

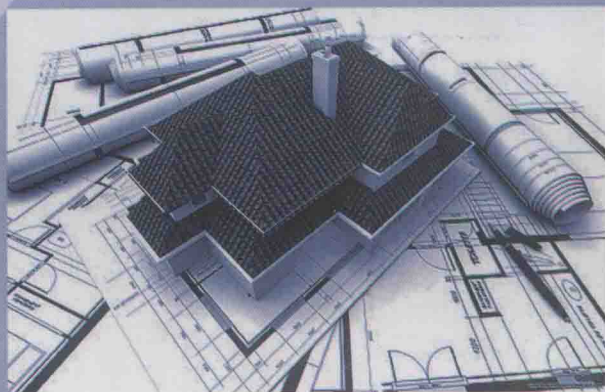
土木工程力学

上册

习题册

(第2版)

主编 梁丽杰
田华奇



哈尔滨工业大学出版社
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

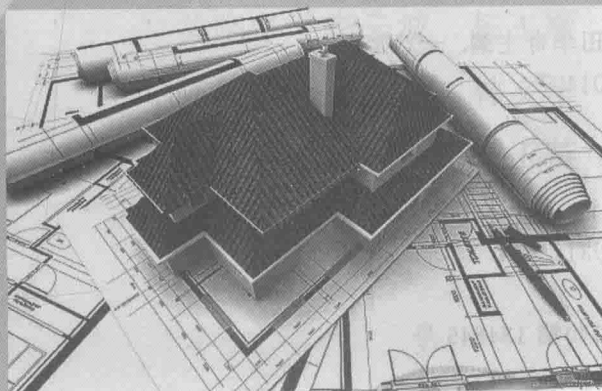
土木工程力学

上册

习题册

(第2版)

主 编 梁丽杰
田华奇
副主编 牟荟瑾
参 编 李 恒
朱银萍
主 审 常伏德



哈尔滨工业大学出版社
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书与《土木工程力学》(上册)教材相配套,编写顺序与教材相同,上册分12章,主要内容为绪论、力学基本知识、力学计算基础、体系的几何组成分析、平面静定桁架、静定梁、平面静定刚架、三铰拱、静定梁的影响线、摩擦、空间力系、重心及截面的几何性质。每章内容分为内容提要、习题及习题参考答案。习题包括是非题、选择题、填空题、作图题、计算分析题等。

本书可供建筑工程、交通土建、交通工程、水利专业学生作为学习参考书,也可用于结构工程师考试以及工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

土木工程力学习题册. 上/梁丽杰,田华奇主编. —2版.

—哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2014.7

ISBN 978-7-5603-4802-5

I. ①土… II. ①梁… ②田… III. ①土木工程—工程力学—高等学校—习题集 IV. ①TU311-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 134845 号

策划编辑 赵文斌 杜 燕

责任编辑 张 瑞

出版发行 哈尔滨工业大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街10号 邮编 150006

传 真 0451-86414749

网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>

印 刷 哈尔滨工业大学印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 12 字数 270 千字

版 次 2011年8月第1版 2014年7月第2版

2014年7月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-5603-4802-5

定 价 24.80 元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

《应用型本科院校“十二五”规划教材》编委会

主 任 修朋月 竺培国

副主任 王玉文 吕其诚 线恒录 李敬来

委 员 (按姓氏笔画排序)

丁福庆 于长福 马志民 王庄严 王建华

王德章 刘金祺 刘宝华 刘通学 刘福荣

关晓冬 李云波 杨玉顺 吴知丰 张幸刚

陈江波 林 艳 林文华 周方圆 姜思政

庾 莉 韩毓洁 臧玉英

目前国内应用型本科院校所采用的教材往往只是对理论性较强的本科教材的简单删减,针对性、应用性不够突出,因材施教的目的难以达到。因此亟须既有一定的理论深度又注重实践能力培养的系列教材,以满足应用型本科院校教学目标、培养方向和办学特色的需要。

哈尔滨工业大学出版社出版的《应用型本科院校“十二五”规划教材》,在选题设计思想上认真贯彻教育部关于培养适应地方、区域经济和特色发展需要的“本科应用型高级专门人才”精神,根据黑龙江省委书记富新贵同志提出的关于加强应用型本科院校建设的意见,在应用型本科试点院校成功经验总结的基础上,特邀请黑龙江省9所知名的应用型本科院校的专家、学者联合编写。

本系列教材突出与办学定位、教学目标的一致性和适应性,既严格遵照学科体系的知识构成和教材编写的一般规律,又针对应用型本科人才培养目标

序

哈尔滨工业大学出版社策划的《应用型本科院校“十二五”规划教材》即将付梓,诚可贺也。

该系列教材卷帙浩繁,凡百余种,涉及众多学科门类,定位准确,内容新颖,体系完整,实用性强,突出实践能力培养。不仅便于教师教学和学生学

习,而且满足就业市场对应用型人才的迫切需求。

应用型本科院校的人才培养目标是面对现代社会生产、建设、管理、服务等一线岗位,培养能直接从事实际工作、解决具体问题、维持工作有效运行的高等应用型人才。应用型本科与研究型本科和高职高专院校在人才培养上有着明显的区别,其培养的人才特征是:①就业导向与社会需求高度吻合;②扎实的理论基础和过硬的实践能力紧密结合;③具备良好的人文素质和科学技术素质;④富于面对职业应用的创新精神。因此,应用型本科院校只有着力培养“进入角色快、业务水平高、动手能力强、综合素质好”的人才,才能在激烈的就业市场竞争中站稳脚跟。

目前国内应用型本科院校所采用的教材往往只是对理论性较强的本科院校教材的简单删减,针对性、应用性不够突出,因材施教的目的难以达到。因此亟须既有一定的理论深度又注重实践能力培养的系列教材,以满足应用型本科院校教学目标、培养方向和办学特色的需要。

哈尔滨工业大学出版社出版的《应用型本科院校“十二五”规划教材》,在选题设计思路认真贯彻教育部关于培养适应地方、区域经济和社会发展需要的“本科应用型高级专门人才”精神,根据黑龙江省委书记吉炳轩同志提出的关于加强应用型本科院校建设的意见,在应用型本科试点院校成功经验总结的基础上,特邀请黑龙江省9所知名的应用型本科院校的专家、学者联合编写。

本系列教材突出与办学定位、教学目标的一致性和适应性,既严格遵照学科体系的知识构成和教材编写的一般规律,又针对应用型本科人才培养目标

及与之相适应的教学特点,精心设计写作体例,科学安排知识内容,围绕应用讲授理论,做到“基础知识够用、实践技能实用、专业理论管用”。同时注意适当融入新理论、新技术、新工艺、新成果,并且制作了与本书配套的PPT多媒体教学课件,形成立体化教材,供教师参考使用。

《应用型本科院校“十二五”规划教材》的编辑出版,是适应“科教兴国”战略对复合型、应用型人才的需求,是推动相对滞后的应用型本科院校教材建设的一种有益尝试,在应用型创新人才培养方面是一件具有开创意义的工作,为应用型人才的培养提供了及时、可靠、坚实的保证。

希望本系列教材在使用过程中,通过编者、作者和读者的共同努力,厚积薄发、推陈出新、细上加细、精益求精,不断丰富、不断完善、不断创新,力争成为同类教材中的精品。

马长利

第2版前言

本书(第2版)是在第1版教材的基础上根据3年来教材在使用过程中教师和学生的反馈意见以及课程改革发展需要修订而成的。修订时保持了原书取材精练、简明流畅的风格,注意扩大专业适应面。

本次修订的内容主要有以下几个方面:

(1)修改了原书的符号,其中最主要的是集中荷载(主动力)用 F 作为主符号,重力用 G 作为主符号。

(2)对全书的标注做了统一,过去的插图是机械制图标注与建筑制图标注共存,此次修订都用建筑制图标注。

(3)增加了插图中的字母,在学生解题时研究对象会更加明确。

(4)静定梁的影响线一章的插图都加上了单位集中力 $P=1$,以加深学生对影响线概念的理解。

(5)对少数习题做了不同程度的改写和替换,在原来坡度略陡的地方补充了少量习题,对遗漏的知识点做了必要的补充。

(6)对书中有些习题的答案在重新审核后做了重新修改、完善。

(7)对书中一些论述不太清晰的地方进行了重新改写和完善。

第2版修订工作由主编梁丽杰主持进行,新增参加编写修订的还有朱银萍(4、5章)。

书稿由常伏德教授主审,他提出了很多精辟、中肯的意见,使本次修订工作和最后定稿获益匪浅,深表谢意!

限于编者水平有限,书中不足之处,深望广大师生批评指正。

编 者

2014年4月

2013年4月

前 言

本书与《土木工程力学(上册)》教材相配套,编写顺序与教材相同。上册分12章,主要内容为绪论、力学基本知识、力学计算基础、体系的几何组成分析、平面静定桁架、静定梁、平面静定刚架、三铰拱、静定梁的影响线、摩擦、空间力系、重心及截面的几何性质。每章内容包括内容提要、习题、习题参考答案。习题有是非题、选择题、填空题、作图题、计算分析题等。

我们结合多年的教学实践,将土木工程力学的基本概念、基本原理、基本方法,解题思路和计算技巧,能力培养以及学生在学习过程中普遍存在的具有代表性、易混淆、易出差错的问题,以客观题和主观题的形式编写了本习题册。

本书的特点有三:

第一,知识点全,题型丰富,由简到难,符合学生的认知过程。

第二,学生直接在习题册上完成作业,省去了抄题和其他重复性的工作,从而使精力集中在分析和解决问题上,同时,将“教与学”更紧密地结合在一起,使习题册成为一个比较完善并能长期保存的学习、练习笔记,具有便于查阅的参考资料功能。

第三,本书实用性强,收集了很多结构工程师考试题,可以为学生今后参加结构工程师考试奠定基础。

本书的编写分工如下:第1、2、3、4章由牟荟瑾编写,第5章由李恒编写,第6、7、8、9章由梁丽杰编写,第10、11、12章由田华奇编写。长春工程学院的常伏德教授担任本书的主审,并提出了宝贵意见,在此表示感谢。

本书可供建筑工程、交通土建、交通工程、水利以及近土木专业的学生作为学习参考书,也可作为结构工程师考试复习以及工程技术人员参考书。

由于编者水平有限,难免存在疏漏和不足,请读者批评指正。

编 者

2011年4月

目 录

第 1 章 绪论	1
内容提要	1
习题	3
习题参考答案	5
第 2 章 力学基本知识	6
内容提要	6
习题	9
习题参考答案	15
第 3 章 力学计算基础	16
内容提要	16
习题	21
习题参考答案	40
第 4 章 体系的几何组成分析	43
内容提要	43
习题	45
习题参考答案	56
第 5 章 平面静定桁架	58
内容提要	58
习题	59
习题参考答案	76
第 6 章 静定梁	79
内容提要	79
习题	81
习题参考答案	92
第 7 章 平面静定刚架	94
内容提要	94
习题	95
习题参考答案	109
第 8 章 三铰拱	112
内容提要	112
习题	113
习题参考答案	118

第 9 章 静定梁的影响线.....	120
内容提要.....	120
习题.....	122
习题参考答案.....	134
第 10 章 摩擦	136
内容提要.....	136
习题.....	137
习题参考答案.....	146
第 11 章 空间力系	148
内容提要.....	148
习题.....	150
习题参考答案.....	160
第 12 章 重心及截面的几何性质	162
内容提要.....	162
习题.....	165
习题参考答案.....	176
参考文献.....	178

第 1 章

绪 论

内容提要

一、基本概念

1. 结构

结构是建筑物或构筑物中能够承受并传递各种荷载而起骨架作用的部分。

结构的类型:

- (1)按照几何特征区分,有杆件结构、薄壳结构和实体结构;
- (2)按照空间特征区分,有平面结构和空间结构。

2. 构件

构件是通过结点连接组成结构的各种基本部件。

一般情况,可以将构件归纳为以下三类:

(1)杆件

杆件指纵向尺寸(长度)要远大于横向尺寸(厚度、宽度)的构件。建筑中所遇到的杆件有等截面直杆、变截面直杆和轴线为曲线的曲杆。

(2)板和壳

板和壳都是宽而薄的构件,中面是平面的称为板,中面是曲面的称为壳。

(3)块体

块体指长、宽、高三个尺度大体相近,内部大多为实体结构的构件。

3. 刚体

刚体指在力的作用下不变形的物体,即体内任意两点的距离保持不变。刚体是一种理想的力学模型。

4. 变形固体

在外力作用下,会产生变形的固体称为变形固体。

变形固体在外力作用下会产生弹性变形(外力消除时,变形随之消失)和塑性变形(外力消除后,变形不能消失)两种不同性质的变形。一般情况下,物体受力后,既有弹性变

形,又有塑性变形。

5. 基本假设

对变形固体材料做成的构件进行强度、刚度和稳定性计算时,为了使问题得到简化,常作如下基本假设:

(1) 均匀连续假设

假设变形固体在其整个体积内毫无空隙地充满了物质,并且各处的力学性能均相同。

(2) 各向同性假设

假设变形固体沿各个方向的力学性能均相同,但也存在不少的各向异性的材料,例如木材。

(3) 小变形假设

在研究构件的平衡和运动时,可按变形前的原始尺寸和形状进行计算。

总之,在力学计算中把实际材料看做是连续、均匀、各向同性的弹性变形固体,且在大多数情况下局限在弹性变形范围内和小变形条件进行研究。

二、杆件变形的形式

杆件的变形可归纳为下面四种基本变形形式之一,或者是基本变形形式的组合。

1. 轴向拉伸和轴向压缩

受力特点:杆件受到一对大小相等、方向相反、作用线与轴线重合的外力作用。

变形特点:杆件表现为沿轴线方向的伸长或缩短变形。

2. 剪切

受力特点:作用在杆件上的力大小相等、方向相反、作用线平行且相距很近。

变形特点:杆件介于两力之间的截面沿外力作用方向产生相对错动变形。

3. 扭转

受力特点:在垂直于杆件轴线的两平面内作用一对大小相等、方向相反的力偶。

变形特点:杆件的各横截面将绕轴线产生相对转动。

4. 弯曲

受力特点:外力偶或外力作用在垂直于杆轴的纵向平面内。

变形特点:杆轴由直线弯成曲线。

三、土木工程力学的任务和内容

1. 土木工程力学的任务

为了保证结构能正常工作,则要求每一个构件都具有足够的承受荷载的能力,简称承载能力。构件的承载能力通常由以下三个方面来衡量:

(1) 强度:指构件和结构抵抗破坏的能力。设计的结构及其每一根构件都应有足够的强度,这是土木工程力学要解决的首要任务。

(2) 刚度:指构件和结构抵抗变形的能力。设计时要保证构件的变形数值不超过它正常工作所容许的范围,即具有足够的刚度。

(3) 稳定性:指构件和结构保持原有直线平衡状态的能力。设计时必须保证构件具有

足够的稳定性。

2. 土木工程力学的内容

工程中涉及的力学内容很多,通常包括理论力学、材料力学、结构力学、弹性力学、塑性力学等学科。本书主要学习理论力学(静力学部分)、材料力学和结构力学三部分内容。

四、荷载的分类

1. 荷载

结构或构件工作时所承受的主动称为荷载。

2. 荷载分类

(1)按荷载作用的范围可分为分布荷载和集中荷载

①分布作用在体积、面积和线段上的荷载分别被称为体荷载、面荷载和线荷载,并统称为分布荷载。

②若荷载的作用范围远小于构件的尺寸时,可认为荷载集中作用于一点,称为集中荷载。

当研究对象为刚体时,作用在构件上的分布荷载可用其合力(集中荷载)代替。当研究对象为变形固体时,则不能任意地用集中荷载来代替。

(2)按荷载作用时间的久暂可分为恒荷载和活荷载

①永久作用在结构或构件上,其大小和作用位置都不会发生变化的荷载称为恒荷载。

②暂时作用在结构或构件上,其大小和作用位置都可能发生变化的荷载称为活荷载。

(3)按荷载作用的性质可分为静荷载和动荷载

①缓慢地加到结构或构件上不引起结构振动的荷载称为静荷载。

②荷载的大小或方向随时间而变化的称为动荷载。

习 题

一、是非题

- 1-1 ()板和壳都是宽而薄的构件,它们是根据中面的形式不同来区分的。
- 1-2 ()在任何情况下,体内任意两点的距离保持不变的物体称为刚体。
- 1-3 ()任何变形固体在外力作用下都只产生弹性变形。
- 1-4 ()在荷载作用下,杆件发生剪切变形,其特点是杆轴由直线变成曲线。
- 1-5 ()强度是指构件和结构抵抗变形的能力。
- 1-6 ()荷载是指结构和构件工作时所承受的全部力。
- 1-7 ()当被研究对象为变形固体时,则不能任意地用集中荷载来代替。

二、选择题

1-8 杆件受到_____的荷载作用下产生扭转变形。

A. 大小相等、方向相反、作用线与轴线重合

- B. 大小相等、方向相反、作用线平行且相距很近
C. 垂直于杆件轴线的两平面内作用的一对大小相等、方向相反的力偶
D. 任意
- 1-9 杆件产生弯曲变形时,其变形特点是_____。
A. 杆件沿轴线方向伸长或缩短
B. 杆件介于两力之间的截面沿外力作用方向产生相对错动变形
C. 杆轴由直线变成曲线
D. 杆件的各横截面将绕轴线产生相对转动
- 1-10 土木工程力学要解决的首要任务是_____。
A. 设计的结构及其每一根构件都应有足够的强度
B. 设计时要保证构件的变形数值不超过它正常工作所容许的范围
C. 构件和结构应保持原有直线平衡状态
D. 以上三种
- 1-11 荷载按作用范围可分为_____。
A. 静荷载和动荷载
B. 恒荷载和活荷载
C. 分布荷载和集中荷载
D. 以上都包括
- 1-12 大小或方向随时间而变化的荷载称为_____。
A. 分布荷载
B. 集中荷载
C. 静荷载
D. 动荷载

三、填空题

- 1-13 建筑结构按照几何特征分为_____、_____和_____;按照空间特征分为_____和_____。
- 1-14 建筑常见杆件有_____、_____和_____。
- 1-15 变形固体在外力作用下会产生_____和_____。
- 1-16 轴向拉伸或压缩的杆件变形的特点是_____。
- 1-17 杆件变形的四种基本形式是_____、_____、_____和_____。
- 1-18 构件的承载能力通常由_____、_____和_____三个方面来衡量。
- 1-19 构件保持其原始_____的能力称为稳定性。
- 1-20 恒荷载和活荷载的区别在于_____。

习题参考答案

一、是非题

1-1 $\checkmark$ 1-2 $\checkmark$ 1-3 $\times$ 1-4 $\times$ 1-5 $\times$ 1-6 $\times$ 1-7 $\checkmark$

二、选择题

1-8 C 1-9 C 1-10 A 1-11 C 1-12 D

三、填空题

1-13 杆件结构,薄壳结构,实体结构;平面结构,空间结构

1-14 等截面直杆,变截面直杆,轴线为曲线的曲杆

1-15 弹性变形,塑性变形

1-16 杆件沿轴线方向伸长或缩短

1-17 轴向拉伸和轴向压缩,剪切,扭转,弯曲

1-18 强度,刚度,稳定性

1-19 直线平衡状态

1-20 荷载作用时间的久暂

第 2 章

力学基本知识

内容提要

一、基本概念

1. 力

(1) 力: 物体之间相互的机械作用。

(2) 力的三要素: 力的大小、方向和作用点。

(3) 力是矢量。在国际单位制中力的单位是牛顿(N)或千牛顿(kN), 且有 $1 \text{ kN} = 10^3 \text{ N}$ 。

(4) 力的效应

运动效应(外效应): 力使物体的运动状态发生改变的效应。

变形效应(内效应): 力使物体形状发生改变的效应。

2. 力系

(1) 力系: 同时作用于物体上的一群力。

(2) 等效力系: 若两个力系对同一物体的效应相同, 称这两个力系互为等效力系。

(3) 合力: 如果一个力与一个力系等效, 则称此力为该力系的合力。

(4) 力系的分类

平面力系: 力系中所有力的作用线在同一平面内分布。

空间力系: 力系中所有力的作用线不在同一平面内分布。

汇交力系: 力系中所有力的作用线汇交于一点。

平行力系: 力系中所有力的作用线相互平行。

任意力系: 力系中所有力的作用线任意分布。

共点力系: 力系中所有力作用在同一点。

共线力系: 力系中所有力的作用线在同一直线上。

3. 平衡

(1) 平衡: 是物体运动的一种特殊形式, 当物体相对于惯性参考系(如地面)保持相对

静止或做匀速直线运动时,称该物体处于平衡状态。

(2)平衡力系:若物体在某力系作用下保持平衡,称此力系为平衡力系。

二、静力学公理

公理一 力的平行四边形法则

作用在物体上同一点的两个力可以合成为一个合力,此合力也作用在该点上,合力的大小和方向等于以这两个力为邻边构成的平行四边形的对角线。

公理二 二力平衡条件

作用在同一刚体上的两个力,使刚体处于平衡状态的充分和必要条件是:这两个力的大小相等,方向相反,且作用在同一直线上。

公理三 加减平衡力系原理

在作用于同一刚体的任意力系上,增加或除去任意平衡力系,并不改变原力系对该刚体的作用。

推论1 力的可传性

作用于刚体上某点的力,可以沿着它的作用线移动到刚体内任意一点,并不改变该力对刚体的作用。

推论2 三力平衡汇交原理

刚体受三个力作用而处于平衡状态时,若其中两个力的作用线汇交于一点,则此三力必在同一平面内,且第三个力的作用线必汇交于同一点。

公理四 作用与反作用定律

两个物体间相互作用的力总是同时存在,且大小相等,方向相反,沿同一条直线,分别作用在两个物体上。

公理五 刚化原理

当变形体在某一力系作用下处于平衡状态,则将此变形体刚化为刚体时,其平衡状态保持不变。

三、约束与约束反力

对非自由体的运动起到限制作用的物体通常称为约束。

(1)柔体约束:其约束反力的方向沿柔体的中心线背离被约束物体,作用点为柔体与被约束体的接触点。

(2)光滑面约束:其约束反力方向沿接触表面的公法线指向被约束物体,作用在接触点处。

(3)光滑圆柱形铰链约束:其约束反力在垂直于圆柱形销钉轴线的平面内,通过圆柱形销钉中心,方向不定,通常用过圆心的两个大小未知的正交分力表示。

(4)固定铰链支座:其约束反力与圆柱形铰链约束相同。

(5)可动铰链支座:其约束反力只有一个,方位应为垂直于支承面,通过圆柱形销钉中心。

(6)单链杆支座:其约束反力的作用线沿链杆轴线,相当于二力构件。