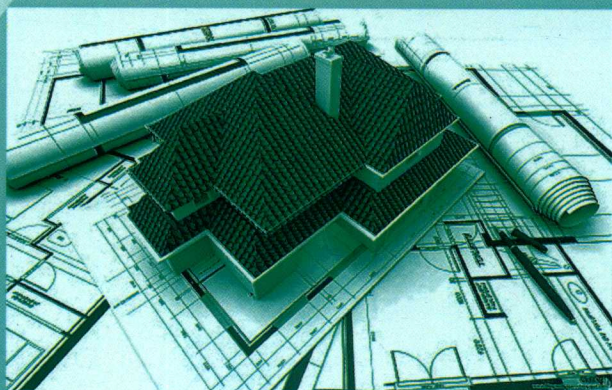


土木工程力学

下册

习题册



(第2版)

主编 梁丽杰
郎英彤



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

土木工程力学

下册

习题册

(第2版)

主 编 梁丽杰

郎英彤

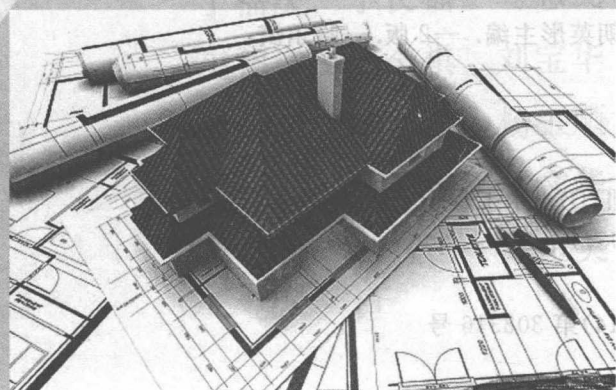
副主编 闻玉辉

参 编 全春花

赵传华

奚元璋

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》(下册)教材相配套,编写顺序与教材相同,下册分13章,主要内容为轴向拉伸与压缩,剪切与扭转,弯曲应力,应力状态与强度理论,组合变形,梁的位移,能量法求静定结构位移,压杆稳定,力法解超静定结构,位移法解超静定结构,多高层结构内力分析的手算实用法,结构塑性极限荷载简介,动荷、冲击与疲劳。每章内容分为内容提要、习题、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。

本书可作为建筑工程、交通土建、交通工程、水利专业学生的学习参考书,也可供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. 下/梁丽杰,朗英彤主编. —2版. —哈尔滨:
哈尔滨工业大学出版社,2015.2
ISBN 978-7-5603-5117-9

I. ①土… II. ①梁…②郎… 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 303316 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 17.25 字数 410 千字

版 次 2012年2月第1版 2015年2月第2版

2015年2月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-5603-5117-9

定 价 31.80 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

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》,在选题设计思路上认真贯彻教育部关于培养适应地方、区域经济和社会发展的需要

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。

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,外力偶矩用 M_e 作为主符号。

(2)对少数较难的习题作了不同程度的改写和替换。

(3)对书中有些习题的答案在重新审核后做了重新修改、完善。

(4)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郎英彤(15、16、18章),赵传华(19、23章),奚元璋(14、20章)。

书稿承常伏德教授审阅,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,深致谢意!

限于编者水平有限,书中不足之处,望广大师生批评指正。

编 者

2015年1月

前 言

本书与《土木工程力学》(下册)教材相配套,编写顺序与教材相同。下册分 13 章,主要内容为轴向拉伸与压缩,剪切与扭转,弯曲应力,应力状态与强度理论,组合变形,梁的位移,能量法求静定结构位移,压杆稳定,力法解超静定结构,位移法解超静定结构,多高层结构内力分析的手算实用法,结构塑性极限荷载简介,动荷、冲击与疲劳。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。

本书的编写分工具体如下:第 13 章由赵海燕编写,第 14、16、24 章由张玉华编写,第 15 章由全春花编写,第 17、18、19 章由闻玉辉编写,第 20、21、22、23 章由梁丽杰编写,第 25 章由唐晓春编写。

本书可作为建筑工程、交通土建、交通工程、水利以及近土木专业学生的学习参考书,也可供结构工程师考试以及工程技术人员参考。

由于编者水平有限,难免存在疏漏和不足之处,请读者批评指正。

编者

2011 年 12 月

目 录

第 13 章 轴向拉伸与压缩	1
内容提要	1
习题	4
习题参考答案	12
第 14 章 剪切与扭转	14
内容提要	14
习题	18
习题参考答案	40
第 15 章 弯曲应力	42
内容提要	42
习题	46
习题参考答案	58
第 16 章 应力状态与强度理论	61
内容提要	61
习题	66
习题参考答案	81
第 17 章 组合变形	84
内容提要	84
习题	87
习题参考答案	109
第 18 章 梁的位移	112
内容提要	112
习题	113
习题参考答案	120
第 19 章 能量法求静定结构位移	123
内容提要	123
习题	126
习题参考答案	140
第 20 章 压杆稳定	144
内容提要	144
习题	147
习题参考答案	165

第 21 章 力法解超静定结构	167
内容提要	167
习题	168
习题参考答案	193
第 22 章 位移法解超静定结构	197
内容提要	197
习题	200
习题参考答案	215
第 23 章 多高层结构内力分析的手算实用法	218
内容提要	218
习题	222
习题参考答案	232
第 24 章 结构塑性极限荷载简介	234
内容提要	234
习题	238
习题参考答案	245
第 25 章 动荷、冲击与疲劳	247
内容提要	247
习题	250
习题参考答案	263
参考文献	265

轴向拉伸与压缩

内容提要

一、基本概念

1. 受力特点

作用于杆件上的外力或外力合力的作用线与杆件的轴线重合。

2. 变形特点

杆件在轴向荷载作用下,以轴向伸长或缩短为主要变形。

二、轴向拉伸与压缩时横截面上的内力与应力

1. 截面法求内力的步骤

(1) 截开

用假想的平面将杆件在需求内力处截分成两部分。

(2) 代替

弃去部分对留下部分的作用代之以内力。

(3) 平衡

对留下部分利用平衡条件列出平衡方程,求内力。

2. 轴力与轴力图

轴力是在轴向荷载 F 作用下,轴向拉伸或压缩时杆件横截面上的内力,用 F_N 表示。

轴力正负号规定:拉力为正,压力为负。

轴力图是表示轴力 F_N 沿轴线变化的图线。根据轴力图,可以了解轴力的变化情况,并可以确定最大轴力 $F_{N\max}$ 的大小及其所在的位置。轴力图是杆件强度计算的依据。

3. 正应力

一般情况下,杆件截面上的应力分布规律是未知的。根据平面假定,对于均质杆,横截面上各点处的正应力是均匀分布的,则正应力公式为

$$\sigma = \frac{F_N}{A}$$

式中, A 为杆件的横截面面积; F_N 为轴力。

该公式适用于横截面为任意形状的等截面杆。

三、轴向拉伸与压缩时斜截面上的应力

斜截面上各点的应力为

$$p_{\alpha} = \frac{F_N}{A} \cos \alpha = \sigma \cos \alpha$$

各点的正应力

$$\sigma_{\alpha} = p_{\alpha} \cos \alpha = \sigma \cos^2 \alpha$$

各点的切应力

$$\tau_{\alpha} = p_{\alpha} \sin \alpha = \frac{\sigma}{2} \sin 2\alpha$$

式中, α 为斜截面外法线方向与杆件轴线的夹角。

当 $\alpha = 0^\circ$ 时, 正应力最大, $\sigma_{\max} = \sigma$; 当 $\alpha = 90^\circ$ 时, 正应力最小, $\sigma_{\min} = 0$ 。

当 $\alpha = \pm 45^\circ$ 时, 切应力最大, $\tau_{\max} = \sigma/2$; 当 $\alpha = 0^\circ$ 或 $\alpha = 90^\circ$ 时, 切应力最小, $\tau_{\min} = 0$ 。

四、轴向拉伸或压缩时的变形与胡克定律

1. 轴向拉伸或压缩时的变形

若杆件原长为 l , 横向尺寸为 d , 横截面积为 A , 在轴向拉力 F_N 作用下, 长度变为 l_1 , 横向尺寸变为 d_1 , 则该杆件在轴向方向的线应变为

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l} = \frac{l_1 - l}{l}$$

横向线应变

$$\epsilon' = \frac{\Delta d}{d} = \frac{d_1 - d}{d}$$

当应力不超过材料的比例极限时, 有如下关系式

$$\sigma = E\epsilon$$

$$\left| \frac{\epsilon'}{\epsilon} \right| = \mu \quad \text{或} \quad \epsilon' = -\mu \epsilon$$

式中, E 为材料的弹性模量; μ 为泊松比, 两者都是材料的弹性常数。

2. 胡克定律

在线弹性范围内, 杆的变形量与杆横截面上的轴力 F_N 、杆的长度 l 成正比, 与横截面积 A 成反比。或描述为线弹性范围内, 应力与应变成正比, 即

$$\Delta l = \frac{F_N l}{EA}, \quad \sigma = E\epsilon$$

式中, EA 称为抗拉(压)刚度。

五、材料在轴向拉伸、压缩时的力学性能

1. 低碳钢拉伸时的力学性能

低碳钢拉伸试验应力—应变曲线分为四个阶段。

第 I 阶段(线弹性阶段): 应力与应变成正比, 即 $\sigma = E\epsilon$, 满足胡克定律。 E 为材料的弹性模量, 常用单位为 GPa。

第 II 阶段(屈服阶段): 这一阶段, 将出现荷载不增加、变形急剧增加的现象, 称为屈

服或流动。使材料发生屈服的应力,称为屈服应力或屈服极限,并用 σ_s 表示。屈服时在光滑试件的表面将出现与轴线成 45° 的滑移线。

第 III 阶段(强化阶段):屈服现象结束后欲使材料继续变形就必须继续增加荷载,材料反映出重新抵抗变形的能力,这一阶段中最大的应力 σ_b 称为强度极限或抗拉极限。

第 IV 阶段(局部变形阶段):荷载增到最大值时,试件并未断裂,而是发生局部收缩,称为“颈缩”,此时变形主要发生在“颈缩”的局部,称为局部变形阶段。此阶段,拉力减小,试件迅速增长,直至在颈缩处断裂。

低碳钢两个重要的强度指标是屈服极限 σ_s 和强度极限 σ_b 。

2. 材料的塑性指标

(1) 伸长率

$$\delta = \frac{l_1 - l}{l} \times 100\%$$

式中, l_1 为试件拉断后的总长; l 为试件原长。

(2) 断面收缩率

$$\psi = \frac{A - A_1}{A} \times 100\%$$

式中, A 为原试件横截面面积; A_1 为断裂后断口的横截面面积。

3. 条件屈服极限

对于无明显屈服点的材料,规范中规定残余应变为 0.2% 时的应力值 $\sigma_{0.2}$ 称为条件屈服极限。

4. 其他材料拉伸时的力学性能

各类碳素钢中,随着含碳量的增加,强度会提高,但是塑性会降低。

对于脆性材料拉伸时,没有明显屈服点的材料,一般只能测到强度极限 σ_b 。

5. 塑性材料压缩时的力学性能

塑性材料(如低碳钢)压缩时屈服极限和拉伸时屈服极限近似相等,压缩屈服后可以产生很大塑性变形却不发生断裂,所以无强度极限。

6. 脆性材料压缩时的力学性能

铸铁压缩强度极限远高于拉伸强度极限(约为 $3 \sim 4$ 倍),破坏时断口的方位角为 $55^\circ \sim 60^\circ$,即断裂发生在最大切应力作用面。

六、轴向拉伸、压缩时的强度条件

1. 失效

构件在外力作用下丧失正常功能的现象称为失效。从强度方面考虑,构件失效主要有两种形式:一种是断裂,另一种是屈服或发生显著塑性变形。

2. 许用应力

对于塑性材料

$$[\sigma] = \frac{\sigma_s}{n_s}$$

对于脆性材料

$$[\sigma] = \frac{\sigma_b}{n_b}$$

式中, n_s 或 n_b 称为安全因数,都是大于 1 的数。

3. 拉压杆的强度条件

$$\sigma_{\max} = \left(\frac{F_N}{A} \right)_{\max} \leq [\sigma]$$

对等截面拉压杆,上式则变为

$$\sigma_{\max} = \frac{F_{N\max}}{A} \leq [\sigma]$$

4. 利用强度条件,解决以下三类问题

(1) 强度校核

$$\sigma_{\max} \leq [\sigma]$$

(2) 选择截面尺寸

$$A \geq \frac{F_{N\max}}{[\sigma]}$$

(3) 确定许可荷载

$$F_{N\max} \leq [\sigma]A$$

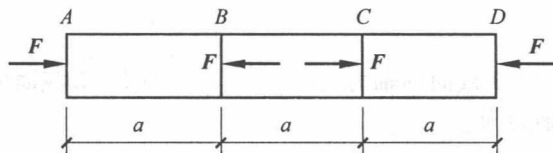
习 题

一、是非题

- 13-1 () 轴力的大小跟杆件的横截面面积有关,而与杆件的截面形状无关。
- 13-2 () 轴力图可显示出杆件各段内横截面上轴力的大小但不能反映杆件各段变形是伸长还是缩短。
- 13-3 () 轴力越大,杆件越容易拉断,因此轴力的大小可以判断杆件的强度。
- 13-4 () 轴向拉伸或压缩杆的轴向线应变和横向线应变符号一定是相反的。
- 13-5 () 因 $E = \sigma/\epsilon$, 因而当 ϵ 一定时, E 随着 σ 增大而提高。
- 13-6 () 一钢杆和一铝杆若在相同条件下产生相同的应变,则两杆横截面上的正应力是相等的。
- 13-7 () 轴向拉伸杆,正应力最大的截面和切应力最大的截面都是 45° 斜截面。
- 13-8 () 材料不同的两轴向拉杆,横截面面积和轴力都相同,其工作应力也一样,但强度却是不同的。
- 13-9 () 一拉伸杆件,弹性模量 $E=200 \text{ GPa}$, 比例极限 $\sigma_p=200 \text{ MPa}$ 。现测得其轴向线应变 $\epsilon=0.0015$, 则其横截面上的正应力为 $\sigma=E\epsilon=300 \text{ MPa}$ 。
- 13-10 () 任何轴向受力构件中,横截面上的最大正应力都发生在轴力最大的截面上。
- 13-11 () 杆件的拉、压强度不够时,只能增大杆件的截面面积。
- 13-12 () 碳素钢的含碳量越多,其强度、硬度越高,塑性和韧性也提高。
- 13-13 () 在强度计算时,如果构件的工作应力值稍大于许用应力值,而且没有超过 5% , 则仍可以认为构件的强度是足够的。
- 13-14 () 在工程中,根据断裂时塑性变形的大小,通常把 $\delta \geq 5\%$ 的材料称为塑性材料; $\delta < 5\%$ 的材料称为脆性材料。

二、选择题

- 13-15 轴向拉压杆,在与其轴线平行的纵向截面上_____。
 A. 正应力为零,切应力不为零 B. 正应力不为零,切应力为零
 C. 正应力和切应力均不为零 D. 正应力和切应力均为零
- 13-16 胡克定律在下述哪个范围内成立_____。
 A. 屈服极限 B. 比例极限 C. 强度极限 D. 条件屈服极限
- 13-17 低碳钢试件横截面上应力 $\sigma = \sigma_s$ 时,试件_____。
 A. 断裂 B. 完全丧失承载力 C. 局部出现颈缩 D. 屈服
- 13-18 材料的塑性指标有_____。
 A. σ_s 和 σ_b B. σ_b 和 δ C. δ 和 ψ D. 以上都不是
- 13-19 设一阶梯形杆的轴力沿杆轴是变化的,则发生破坏的截面上_____。
 A. 外力一定最大,且面积一定最小
 B. 轴力一定最大,且面积一定最小
 C. 轴力不一定最大,但面积一定最小
 D. 轴力与面积之比一定最大
- 13-20 一等直拉杆在两端承受拉力作用,若其一半为钢,另一半为铝,则两段的_____。
 A. 应力相同,变形相同 B. 应力相同,变形不同
 C. 应力不同,变形相同 D. 应力不同,变形不同
- 13-21 若轴向拉伸等直杆选用同种材料,三种不同的截面形状:圆形、正方形、空心圆。比较三种情况的材料用量,则_____。
 A. 圆形截面最省料 B. 正方形截面最省料
 C. 空心圆截面最省料 D. 三者用料都一样
- 13-22 如图所示杆件受到大小相等的4个轴向力 F 的作用,其中_____的变形为零。
 A. AB段 B. AC段 C. BC段 D. CD段

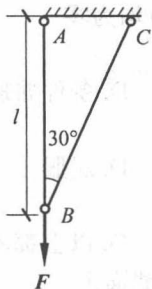


题13-22图

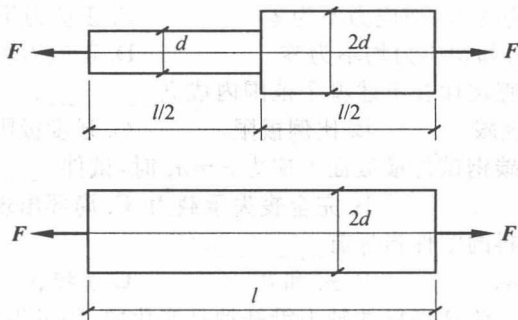
- 13-23 一轴向拉伸或压缩的杆件,设与轴线成 45° 的斜截面上的切应力为 τ ,则该截面上的正应力等于_____。
 A. 0 B. 1.14τ C. τ D. 0.707τ
- 13-24 如图所示由两杆铰结而成的三角架,杆的横截面面积为 A ,弹性模量为 E ,当在结点 B 处受到铅垂荷载 F 作用时,铅垂杆 AB 和斜杆 BC 的变形应分别为_____。
 A. $\frac{Fl}{EA}, \frac{4Fl}{EA}$ B. $0, \frac{Fl}{EA}$ C. $\frac{Fl}{2EA}, \frac{Fl}{\sqrt{3}EA}$ D. $\frac{Fl}{EA}, 0$

- 13-25 如图所示两圆杆材料相同,杆1为阶梯杆,杆2为等直杆,受到拉力 F 的作用,分析两杆的变形情况,杆1的伸长是杆2的_____。

A. 2.5 倍 B. 0.5 倍 C. 1.5 倍 D. 2 倍



题 13-24 图



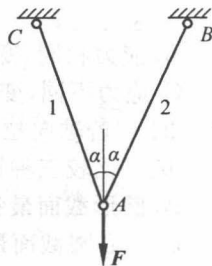
题 13-25 图

- 13-26 低碳钢应力—应变曲线的纵、横坐标分别为 $\sigma = \frac{F_N}{A}$, $\epsilon = \frac{\Delta L}{L}$, 其中_____。

A. A 和 L 均为初始值 B. A 和 L 均为瞬时值
C. A 为初始值, L 为瞬时值 D. A 为瞬时值, L 为初始值

- 13-27 如图所示,杆1的材料为钢,杆2的材料为铝,两杆的横截面积相等。在力作用下,结点 A _____。

A. 向左下方位移 B. 向铅垂方向位移
C. 向右下方位移 D. 不动



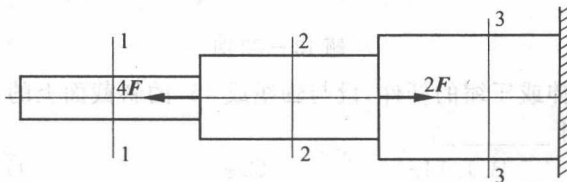
题 13-27 图

- 13-28 一个结构中有 3 个拉压杆,设由这 3 根杆的强度条件确定的结构许用荷载分别为 F_1 、 F_2 、 F_3 ,且 $F_1 < F_2 < F_3$,则该结构的实际许用荷载 $[F]$ 为_____。

A. F_1 B. F_2 C. F_3 D. $\frac{F_1 + F_2}{2}$

三、填空题

- 13-29 如图所示杆 1-1 截面的轴力为_____,杆 2-2 截面的轴力为_____,杆 3-3 截面的轴力为_____。



题 13-29 图

- 13-30 在题 13-29 中,若 1-1、2-2、3-3 三个横截面的直径分别为: $d_1 = 15 \text{ mm}$, $d_2 = 20 \text{ mm}$, $d_3 = 25 \text{ mm}$, $F = 8 \text{ kN}$ 。杆 1-1 截面的应力为_____,杆 2-2 截面的应力为_____,杆 3-3 截面的应力为_____。

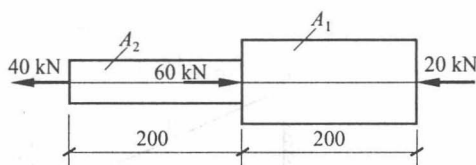
13-31 直径为 10 mm 的圆杆,在拉力 $F=10$ kN 的作用下,最大切应力为_____,则与横截面的夹角为 $\alpha=30^\circ$ 的斜截面上的正应力和切应力分别为_____、_____。

13-32 低碳钢的应力—应变曲线分为_____,_____,_____,_____四个阶段。

13-33 通过低碳钢拉伸试验可知,低碳钢的两个强度指标是_____和_____,两个塑性指标是_____和_____。

13-34 对于_____的材料,通常以产生 0.2% 的_____时所对应的_____作为屈服极限,称为材料的条件屈服强度,并用记号_____表示。

13-35 变截面直杆如图所示, $A_1=8$ cm², $A_2=4$ cm², $E=200$ GPa,杆的总伸长量 Δl 是_____ mm。

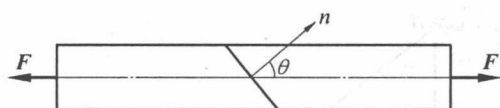


题 13-35 图

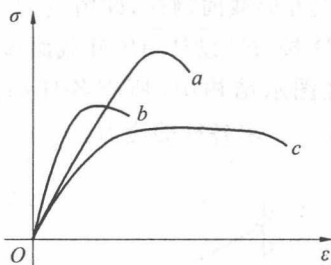
13-36 正方形截面的低碳钢直拉杆,其轴向拉力为 3 600 N,若许用应力为 100 MPa,则此拉杆横截面边长至少应为_____ mm。

13-37 图示木杆,承受轴向荷载 $F=10$ kN 作用,杆的横截面积 $A=1\,000$ mm²,粘接面的方位角 $\theta=45^\circ$,试计算该截面上的正应力为_____,切应力为_____。

13-38 用三种不同材料制成尺寸相同的试件,在相同的试验条件下进行拉伸试验,得到的应力—应变曲线如图所示。比较三条曲线,其中拉伸强度最高的是_____曲线,弹性模量最大的是_____曲线,塑性最好的是_____曲线。



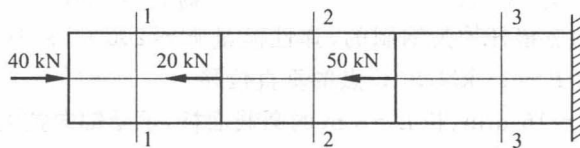
题 13-37 图



题 13-38 图

四、计算分析题

13-39 已知图示杆横截面面积 $A=200$ mm²,试求杆 1-1、2-2、3-3 截面上的应力。



题 13-39 图