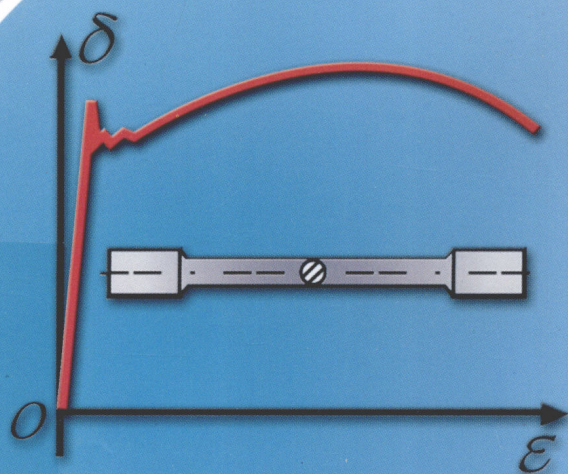




普通高等教育“十一五”规划教材
普通高等院校工科力学系列教材

材料力学练习册

杨静宁 梁若筠 徐 燕 主编
李世荣 主审



科学出版社
www.sciencep.com

TB301/173A

2010

普通高等教育“十一五”规划教材
普通高等院校工科力学系列教材

材料力学练习册

杨静宁 梁若筠 徐 燕 主编

李世荣 主审

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本练习册与材料力学课程的教学内容密切相关,题目具有代表性,每部分内容包括概念题、计算题,题目难易适中,可作为高等工科院校工程力学课程的辅助教材。

本练习册主要是用于机电、热动、测控、土木以及相关专业本科、专科学生的学习参考及自学辅导。

图书在版编目(CIP)数据

材料力学练习册/杨静宁,梁若筠,徐燕主编. —北京:科学出版社,2010.2
(普通高等教育“十一五”规划教材·普通高等院校工科力学系列教材)
ISBN 978-7-03-026603-3

I. ①材… II. ①杨…②梁…③徐… III. ①材料力学-高等学校-教材
IV. ①TB301

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 016248 号

责任编辑:李鹏奇 孙明星 / 责任校对:李奕莹
责任印制:张克忠 / 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>

装 订 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010 年 1 月第 一 版 开本:(787×1092) 1/16

2010 年 1 月第一次印刷 印张:24 3/4

印数:1—4 000 字数:587 000

定价: 40.00 元(含练习册)

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

《材料力学练习册》是根据兰州理工大学工程力学教学团队组织编写的《材料力学》教材的同步配套练习。在编写过程中力求体现“以应用为目的”的原则,帮助学生系统地、重点地掌握教材内容。配套练习在编写过程中紧扣教学大纲中的基本要求,力求重点突出。每章内容一般包括:概念题、计算题,目的在于指导和帮助学生进一步掌握教材的基本概念、基本理论和基本方法,建立正确的解题思路和解题方法,提高分析处理问题的能力。

本练习册主要参编人员有杨静宁、梁若筠、徐燕等。题目的选取主要来自国内优秀教材,由于篇幅有限,在此就不一一列举,工程力学教学团队其他成员以及赵晓军、黄玉玲在编写过程中参加了部分选题和编排工作,在此一并表示感谢。

本练习册主要适用于机电、热动、测控、土木以及相关专业学生的学习参考及自学辅导。

由于编者水平有限,疏漏之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2009年9月

目 录

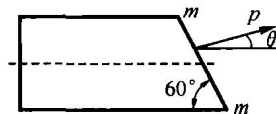
前言

绪论.....	1
轴向拉伸与压缩(一).....	2
轴向拉伸与压缩(二).....	6
剪切.....	9
扭转	11
弯曲内力	14
弯曲应力	19
弯曲变形	25
应力、应变状态分析.....	30
强度理论练习	34
组合变形练习一	37
组合变形练习二	40
压杆稳定练习一	42
压杆稳定练习二	45
能量法练习一	48
能量法练习二	51
超静定结构练习	53
参考文献	55

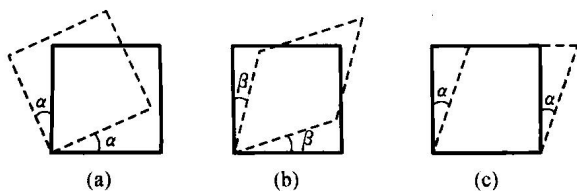
绪 论

一、填空题

1. 材料力学的主要任务是研究构件的 _____、_____ 和 _____。
2. 材料力学中对工程材料的基本假设有 _____、_____ 和 _____。
3. 在材料力学中研究构件或其中一部分的平衡时,可用构件变形前的原始尺寸进行计算这是因为采用了 _____ 条件。
4. 为了显示和计算构件的内力,假想地用一截面将构件截开,这样内力转化为外力显示出来,并可用 _____ 将其计算出来,这种方法称为 _____。
5. 杆件截面上的应力可分为 _____ 和 _____。
6. 表示一点处变形程度的两个物理量是 _____ 和 _____。
7. 均匀性假设认为,材料内部各点的 _____ 是相同的。
8. 如题 8 图示,在杆件的斜截面 $m-m$ 上,任一点 A 处的应力为 p ,其方位角为 θ ,则该点处的正应力 $\sigma =$ _____,切应力 $\tau =$ _____。
9. 如题 9 图示三个单元体受力变形后如图(a)、(b)、(c)中虚线所示,则三个单元体的切应变分别为 $\gamma_a =$ _____, $\gamma_b =$ _____, $\gamma_c =$ _____。



题 8 图



题 9 图

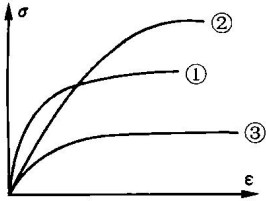
二、判断题

- () 1. 构件的强度、刚度、稳定性不仅与构件的形状尺寸有关,而且与材料的力学性质有关。
- () 2. 工程中所使用的不锈钢、玻璃、三合板、铸铁均可认为是各向同性材料。
- () 3. 实际中,旗杆由于风力过大而产生不可恢复的永久变形属于刚度问题。
- () 4. 细长的千斤顶螺杆因压力过大而弯曲属于稳定性问题。
- () 5. 截面法普遍适用于等截面和变截面杆(直杆和曲杆)、弹性和塑性变形、基本变形和组合变形的构件。

学号_____班级_____姓名_____成绩_____

轴向拉伸与压缩(一)

一、填空题

1. 产生轴向拉压变形的条件条件是外力的合力作用线与杆件的_____重合。
2. 横截面面积为 A 的等直杆,受轴向拉力 F 作用,则杆件内的最大切应力 $\tau_{\max} =$ _____, $\tau_{\max}$ 作用面上的正应力 $\sigma =$ _____。
3. 低碳钢试件在拉伸过程中,其应力-应变关系呈现如下四个阶段,即_____阶段、_____阶段、_____阶段和_____阶段。
4. 低碳钢经过冷作硬化后,其_____提高,_____降低。
5. 反映材料塑性性能的两个指标分别是_____和_____。
6. 三种材料的应力应变曲线如题 6 图所示,则强度最高的材料是_____,塑性性能最好的材料是_____,弹性模量最大的材料是_____。
7. 塑性材料的极限应力是_____,脆性材料的极限应力是_____。
8. 对于没有明显屈服阶段的塑性材料,通常以产生_____应变所对应的应力作为名义屈服极限 $\sigma_{0.2}$ 。
9. 进入屈服阶段以后,材料发生_____变形。
10. 铸铁短柱受轴向压缩而破坏时是沿_____的截面破坏,它是由_____应力造成的。

题 6 图

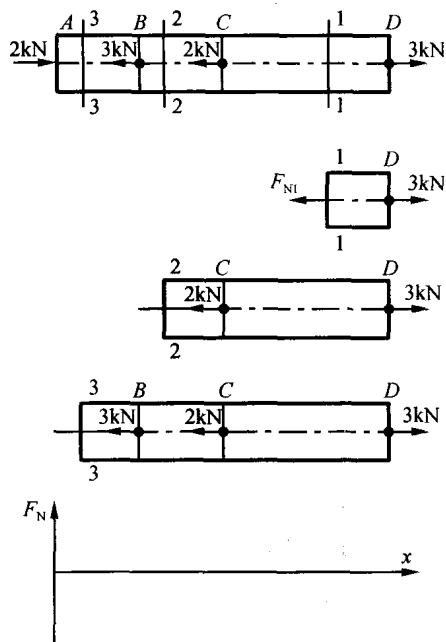
二、判断题

- () 1. 在轴向拉伸(压缩)的杆件内只有正应力没有切应力。
- () 2. 低碳钢试件在拉伸屈服时,其表面出现与轴线成 45° 方向的滑移线,这与最大切应力有关。
- () 3. 脆性材料的压缩强度极限远大于拉伸强度极限,故宜于作承压构件。

- () 4. 在静载作用下,对于塑性材料一般不考虑应力集中的影响,而对组织均匀的脆性材料则应以考虑。
- () 5. 设一阶梯轴的各段材料相同,但其轴力沿杆轴是变化的,则发生破坏的截面上轴力与面积之比一定最大。
- () 6. 钢材经过冷作硬化以后,其弹性模量基本不变。
- () 7. 材料的伸长率与试件的尺寸有关。

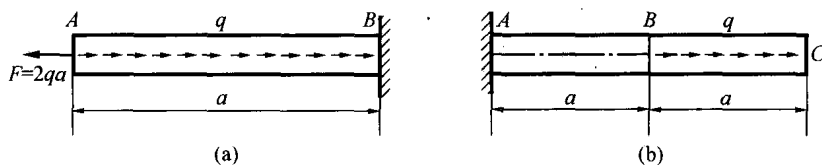
三、计算题

1. 试计算如题 1 图示各杆 1-1、2-2 或 3-3 截面的轴力,并画出各杆的轴力图。



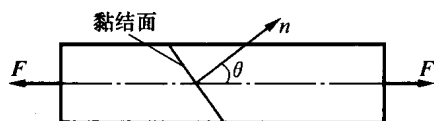
题 1 图

2. 试画出如题 2 图示各杆的轴力图,并指出轴力的最大值 $|F_N|_{\max}$ 。其中 q 代表沿轴向方向单位长度上的载荷值。



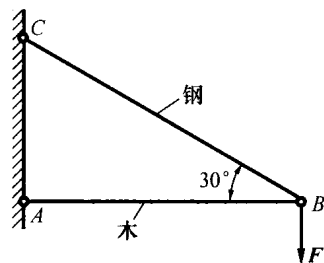
题 2 图

3. 题 3 图示杆件, 承受轴向载荷 F 作用, 该杆由两根木杆黏结而成。若欲使黏结面上的正应力为其切应力的两倍, 则黏结面的方位角应为何值。



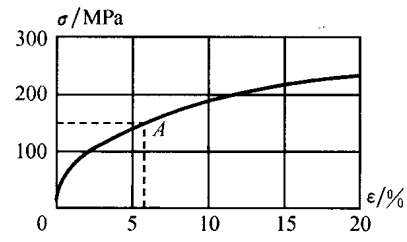
题 3 图

4. 在题 4 图示简易吊车中, BC 为钢杆, AB 为木杆。木杆 AB 的横截面面积 $A_1 = 1 \times 10^4 \text{ mm}^2$, 许可应力 $[\sigma]_1 = 7 \text{ MPa}$; 钢杆 BC 的横截面面积 $A_2 = 600 \text{ mm}^2$, 许用拉应力 $[\sigma]_2 = 160 \text{ MPa}$ 。试求许可载荷 F 。



题 4 图

5. 钢丝直径 $d=2\text{mm}$ ，杆长 $l=500\text{mm}$ ，材料的拉伸曲线如题 5 图示，弹性模量 $E=100\text{GPa}$ 欲使杆的伸长为 30mm ，则力大约需加多大。

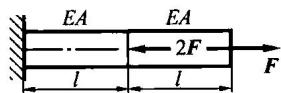


题 5 图

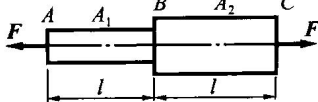
轴向拉伸与压缩(二)

一、填空题

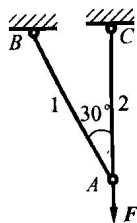
1. 两杆的轴力、横截面面积、杆件的长度均相同,只是材料不同,则两杆横截面上应力 _____,应变 _____。
2. 如题 2 图示杆的抗拉(压)刚度为 EA ,杆长为 $2l$,则杆总伸长量为 _____。
3. 如题 3 图示阶梯杆 ABC 受拉力 F 作用, AB 段的横截面积为 A_1 , BC 段的横截面积为 A_2 ,且 $A_2 > A_1$,两段长度均为 l ,材料弹性模量为 E ,则此杆的最大伸长线应变 $\epsilon_{\max}$ 为 _____。
4. 结构所受载荷 F 及几何尺寸如题 4 图示,1、2 两杆的 EA 相同, $AC=l$,则节点 A 的位移 $\Delta_{Ay} =$ _____, $\Delta_{Ax} =$ _____。



题 2 图

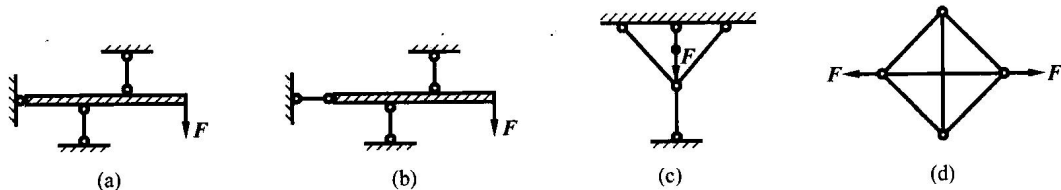


题 3 图



题 4 图

5. 试判断题 5 图中所示结构的超静定次数并填入下面的空白处。



题 5 图

- (a) _____ 次超静定; (b) _____ 次超静定; (c) _____ 次超静定; (d) _____ 次超静定

二、判断题

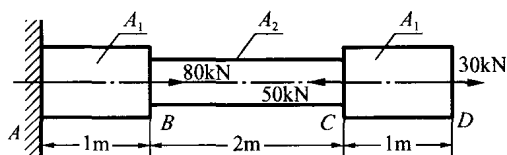
- () 1. 若整个杆件的变形量为零,则杆内的应力必为零。
- () 2. 若杆件在某个方向的应力为零,则该方向的应变也必定为零。

- () 3. 在轴向拉伸杆件中,若某横截面的位移大于另一横截面的位移,则其应力也必是前者大于后者。
- () 4. 对于轴向拉压杆件,线弹性范围内几个载荷同时作用所产生的总效果,等于各载荷单独作用产生的效果的总和。
- () 5. 超静定结构不能只由平衡方程求出未知力。
- () 6. 静定结构中各杆的内力不引起变形。
- () 7. 求解超静定结构必须建立变形协调方程,即各杆变形间的几何关系。
- () 8. 对于超静定结构,各杆内力的大小与材料的弹性模量 E 、横截面面积 A 有关。
- () 9. 结构由于制造误差或温度变化,则在静定结构中引起应力,在超静定结构中也将引起应力。
- () 10. 小变形的概念是指与杆件本身尺寸相比为很小的变形。

三、计算题

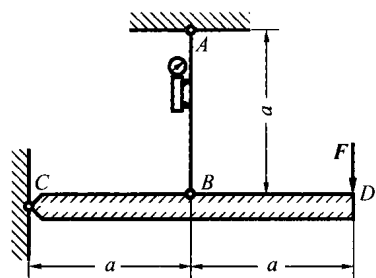
1. 如题 1 图示钢制阶梯直杆,各段横截面面积分别为 $A_1 = 300\text{mm}^2$, $A_2 = 200\text{mm}^2$, $E = 200\text{GPa}$

- (1) 试画出杆的轴力图;
- (2) 计算杆的总变形量。



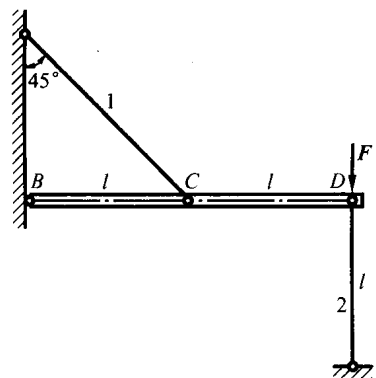
题 1 图

2. 如题 2 图示结构中, CBD 为刚性梁。已知 AB 杆直径 $d = 30\text{mm}$, $a = 1\text{m}$, $E = 210\text{GPa}$ 。(1)若测得 AB 杆应变 $\epsilon = 7.15 \times 10^{-4}$ 时,试求载荷 F 。(2)若 AB 杆 $[\sigma] = 160\text{MPa}$,试求许可载荷 $[F]$ 作用下 D 截面垂直位移 Δ_D 。



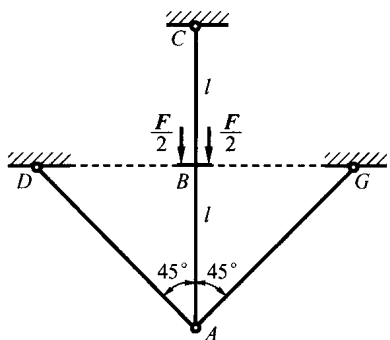
题 2 图

3. 如题 3 图示结构, 杆 1 与杆 2 的弹性模量均为 E , 横截面面积均为 A , 梁 BD 为刚体, 载荷 $F=50\text{kN}$, 许用拉应力 $[\sigma_t]=160\text{MPa}$, 许用压应力 $[\sigma_c]=120\text{MPa}$, 试确定各杆的横截面面积。



题 3 图

- * 4. 如题 4 图示桁架结构由钢杆组成, 各杆的横截面面积均相同, $[\sigma]=160\text{MPa}$, 试计算在载荷 $F=100\text{kN}$ 作用时各杆的轴力和杆的横截面面积。

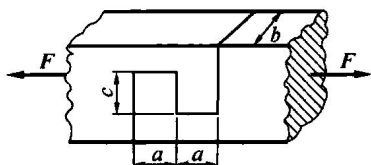


题 4 图

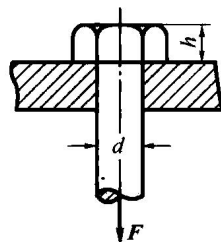
剪 切

一、填空题

1. 在工程计算中,通常假定剪切面上的切应力是_____分布的。
2. 两根杆的连接部分如题 2 图所示。已知剪切和挤压许用应力分别为 $[\tau]$ 和 $[\sigma_{bs}]$,
则写出相应的剪切强度条件为_____和挤压强度条件为_____。
3. 如题 3 图示螺钉在拉力 F 作用下,已知材料的剪切许用应力 $[\tau]$ 和拉伸的许用应力 $[\sigma]$ 之间的关系为 $[\tau]=0.6[\sigma]$,则螺栓直径和螺钉头高度 h 的合理比值 $d/h=$ _____。

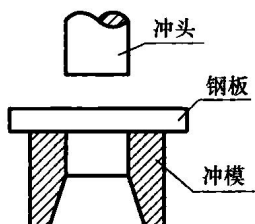


题 2 图

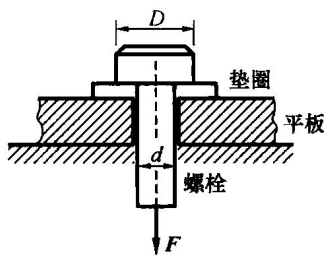


题 3 图

4. 如题 4 图示冲床的最大冲击力为 F ,冲头材料的许用应力为 $[\sigma]$,被冲钢板的剪切强度极限为 τ_b ,钢板厚度为 t ,则该冲床能冲剪钢板的最大孔径 $d=$ _____。
5. 如题 5 图示,在平板和受拉螺栓之间垫上一个垫圈,可以提高的_____挤压强度。



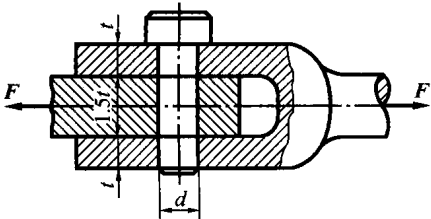
题 4 图



题 5 图

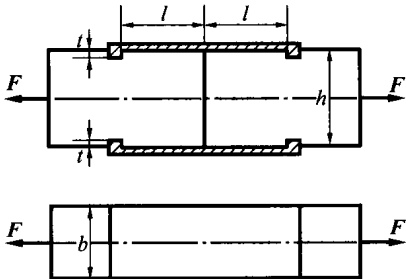
二、计算题

1. 电瓶车挂钩由插销连接如题 1 图示。插销材料的许用应力 $[\tau] = 30\text{MPa}$, $[\sigma_{bs}] = 100\text{MPa}$, 直径 $d = 20\text{mm}$ 。挂钩及被连接的板件的厚度分别为 $t = 8\text{mm}$ 和 $1.5t = 12\text{mm}$ 。牵引力 $F = 15\text{kN}$ 。试校核插销的强度。



题 1 图

2. 如题 2 图示两根矩形截面木杆, 用两块钢板连接在一起, 承受轴向载荷 $F = 45\text{kN}$ 作用。已知木杆的截面宽度 $b = 250\text{mm}$, 沿木纹方向的许用拉应力 $[\sigma] = 6\text{MPa}$, 许用挤压应力 $[\sigma_{bs}] = 10\text{MPa}$, 许用切应力 $[\tau] = 1\text{MPa}$ 。试确定钢板的尺寸 t 与 l 以及木杆的高度 h 。



题 2 图

学号 _____ 班级 _____ 姓名 _____ 成绩 _____

扭 转

一、填空题

1. 发生扭转变形的受力特点是在杆件两端 _____ 杆轴线的平面内作用一对大小相等,方向相反的外力偶。变形特点是横截面 _____ 发生相对转动。
2. 切应力互等定理是根据 _____ 导出的,适用于 _____ 杆件。
3. 一圆轴,两端受扭转力偶矩作用,若将轴的横截面面积增加一倍,则其扭转刚度变为原来的 _____ 倍。
4. 一空心圆轴(其直径比 $D/d=2$)受扭,当内外径尺寸都减小一半时,则圆轴的单位长度扭转角为原来的 _____ 倍。
5. 设钢、铝两根等直圆轴具有相同的最大扭矩和最大单位长度扭转角,则钢、铝轴的最大切应力 τ_{st} 和 τ_{al} 的关系为 _____。
6. 圆轴两端受扭转力偶矩 $M=150\text{N}\cdot\text{m}$ 作用,若 $[\theta]=0.5(^{\circ})/\text{m}$, $G=80\text{GPa}$,则按刚度条件其直径应不小于 _____ mm。
7. 低碳钢试件扭转破坏是 _____。
8. 铸铁圆轴受扭时,在 _____ 面发生断裂,其破坏原因是由 _____ 应力引起的。
9. 长为 l ,直径为 D 的实心圆轴受扭,两端截面的相对扭转角为 φ ,材料的剪变模量为 G ,则圆轴内的最大切应力为 _____。

二、判断题

- () 1. 切应力互等定理仅适用于纯剪切的情况。
- () 2. 传动轴的转速越高,则轴横截面上所受的扭矩也越大。
- () 3. 当 $\tau \geq \tau_p$ 时,剪切胡克定律及切应力互等定理均不成立。
- () 4. 等截面直杆受扭时,变形后杆横截面保持为平面,其形状、大小均保持不变。
- () 5. 圆截面杆扭转时的平面假设,仅在线弹性范围内成立。
- () 6. 圆截面杆扭转时,横截面和纵截面均保持为平面。
- () 7. 两轴的扭矩、直径、长度均相同,而材料不同,则两轴内的最大切应力与最

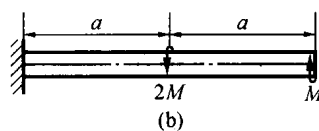
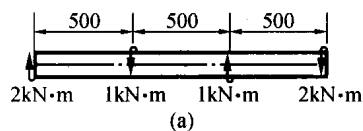
大扭转角均不相同。

() 8. 铸铁圆杆在扭转和轴向拉伸时,都将在最大拉应力作用面发生断裂。

() 9. 各种金属材料制成的圆杆,在扭转时都将沿横截面剪断。

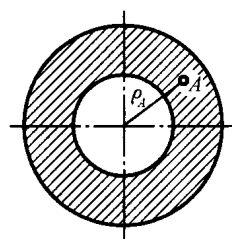
三、计算题

1. 绘制如题 1 图示杆件的扭矩图。



题 1 图

2. 如题 2 图示空心圆截面轴, 外径 $D=40\text{mm}$, 内径 $d=20\text{mm}$, 扭矩 $T=1\text{N} \cdot \text{m}$, $\rho_A=20\text{mm}$, 试计算 A 点处的扭转切应力 τ_A , 以及该横截面上的最大与最小扭转切应力。



题 2 图