

河南理工大学 弹性力学 往年试题

一、单项选择题（按题意将正确答案的编号填在括弧中，每小题2分，共10分）

1、弹性力学建立的基本方程多是偏微分方程，还必须结合（ ）求解这些微分方程，以求得具体问题的应力、应变、位移。

· 相容方程 · 近似方法 · 边界条件 · 附加假定

2、根据圣维南原理，作用在物体一小部分边界上的力系可以用（ ）的力系代替，则仅在近处应力分布有改变，而在远处所受的影响可以不计。

· 几何上等效 · 静力上等效 · 平衡
· 任意

、弹性力学平面问题的求解中，平面应力问题与平面应变问题的三类基本方程不完全相同，其比较关系为（ ）。

· 平衡方程、几何方程、物理方程完全相同
· 平衡方程、几何方程相同，物理方程不同
· 平衡方程、物理方程相同，几何方程不同
· 平衡方程相同，物理方程、几何方程不同

、不计体力，在极坐标中按应力求解平面问题时，应力函数必须满足（ ）

①区域内的相容方程； ②边界上的应力边界条件； ③满足变分方程；

④如果为多连体，考虑多连体中的位移单值条件。

①②④

②③④

①②③

①②③④

二、简答题（四小题，共35分）

、材料各向同性的含义是什么？各向同性在弹性力学物理方程中的表现是什么？（5分）

答：

材料的各向同性假定物体的物理性质在各个方向上均相同。因此，物体的弹性常数不随方向而变化。

在弹性力学物理方程中，由于材料的各向同性，三个弹性常数，包括弹性模量，切变模量和泊松系数（泊松比）都不随方向而改变（在各个方向上相同）。

、位移法求解的条件是什么？怎样判断一组位移分量是否为某一问题的真实位移？（5分）

答：

按位移法求解时，，必须满足求解域内的平衡微分方程，位移边界条件和应力边界条件。

平衡微分方程、位移边界条件和（用位移表示的）应力边界条件既是求解的条件，也是校核，是否正确的条件。

3、试述弹性力学研究方法的特点，并比较材料力学与弹性力学在研究内容、方法等方面的异同。

答：

弹力研究方法：在区域 V 内严格考虑静力学、几何学和物理学三方面条件，建立平衡微分方程、几何方程和物理方程；在边界 s 上考虑受力或约束条件，并在边界条件下求解上述方程，得出较精确的解答。

在研究内容方面：材料力学研究杆件（如梁、柱和轴）的拉压、弯曲、剪切、扭转和组合变形等问题；结构力学在材料力学基础上研究杆系结构（如桁架、刚架等）；弹性力学研究各种形状的弹性体，如杆件、平面体、空间体、板壳、薄壁结构等问题。

在研究方法方面：材力考虑有限体 ΔV 的平衡，结果是近似的；弹力考虑微分体 dV 的平，结果比较精确。

4、常体力情况下，用应力函数表示的相容方程形式为，请问：相容方程的作用是什么？两种解法中，哪一种解法不需要将相容方程作为基本方程？为什么？（13分）


答：

(1) 连续体的形变分量（和应力分量）不是相互独立的，它们之间必须满足相容方程，才能保证对应的位移分量存在，相

容方程也因此成为判断弹性力学问题解答正确与否的依据之一。

() 对于按位移求解 (位移法) 和按应力求解 (应力法) 两种方法, 对弹性力学问题进行求解时位移法求解不需要将相容方程作为基本方程。

() (定义) 按位移求解 (位移法) 是以位移分量为基本未知函数, 从方程和边界条件中消去应力分量和形变分量, 导出只含位移分量的方程和相应的边界条件, 并由此解出应变分量, 进而再求出形变分量和应力分量。

、考虑上端固定, 下端自由的一维杆件, 见图七, 只受重力作用, (ρ 为杆件密度, g 为重力加速度), 并设 u 为位移。试用位移法求解杆件竖向位移及应力。(分)

(平面问题的平衡微分方程: $\sigma_{xx} + \sigma_{yy} + \rho g = 0$; 用位移分量表示的应力分量表达式: $\sigma_{xx} = E \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$, $\sigma_{yy} = E \frac{\partial^2 v}{\partial y^2}$)

解: 据题意, 设位移 u , v , 按位移进行求解。根据将用位移分量表示的应力分量代入平面问题的平衡微分方程, 得到按位移求解平面应力问题的基本微分方程如下:

将相关量代入式 $\sigma_{xx} + \sigma_{yy} + \rho g = 0$, 可见 $\sigma_{xx} + \sigma_{yy} + \rho g = 0$ 式 (第一式) 自然满足, 而 $\sigma_{xx} = E \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$ 式第二式成为 $E \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + E \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \rho g = 0$ 可由此解出

本题中，上下边的边界条件分别为位移边界条件和应力边界条件，且

将 ϕ 代入，可得

反代回 $\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}$ ，可求得位移：

、设有函数，

() 判断该函数可否作为应力函数？ (分)

() 选择该函数为应力函数时，考察其在图中所示的矩形板和坐标系（见题九图）中能解决什么问题（

）。（ 分）

解：

题九图

() 将 ϕ 代入相容方程，显然满足。因此，该函数可以作为应力函数。

() 应力分量的表达式：

考察边界条件：在主要边界 $x=0$ 上，应精确满足应力边界条件

在次要边界 $x=l$ 上，应用圣维南原理，可列出三个积分的应力边界条件：

在次要边界 $y=0$ 上，应用圣维南原理，可列出三个积分的应力边界条件：

对于如图所示的矩形板和坐标系，结合边界上面力与应力的关系，当板内发生上述应力时，由主边界和次边界上的应力边界条件可知，左边、下边无面力；而上边界上受有向下的均布压力；右边界上有按线性变化的水平面力合成为一力偶和铅直面力。

所以能够解决右端为固定端约束的悬臂梁在上边界受均

布荷载 的问题。

学 二 学

)

· 名词解释 (共 分, 每小题 分)

弹性力学: 研究弹性体由于受外力作用或温度改变等原因而发生的应力、应变和位移。

圣维南原理: 如果把物体的一小部分边界上的面力, 变换为分布不同但静力等效的面力 (主矢量相同, 对于同一点的主矩也相同), 那么近处的应力分布将有显著的改变, 但是远处所受的影响可以不计。

· 填空 (共 分, 每空 分)

边界条件表示在边界上 位移 与 约束, 或 应力 与 面力 之间的关系式, 它可以分为 位移 边界条件、应力 边界条件和 混合 边界条件。

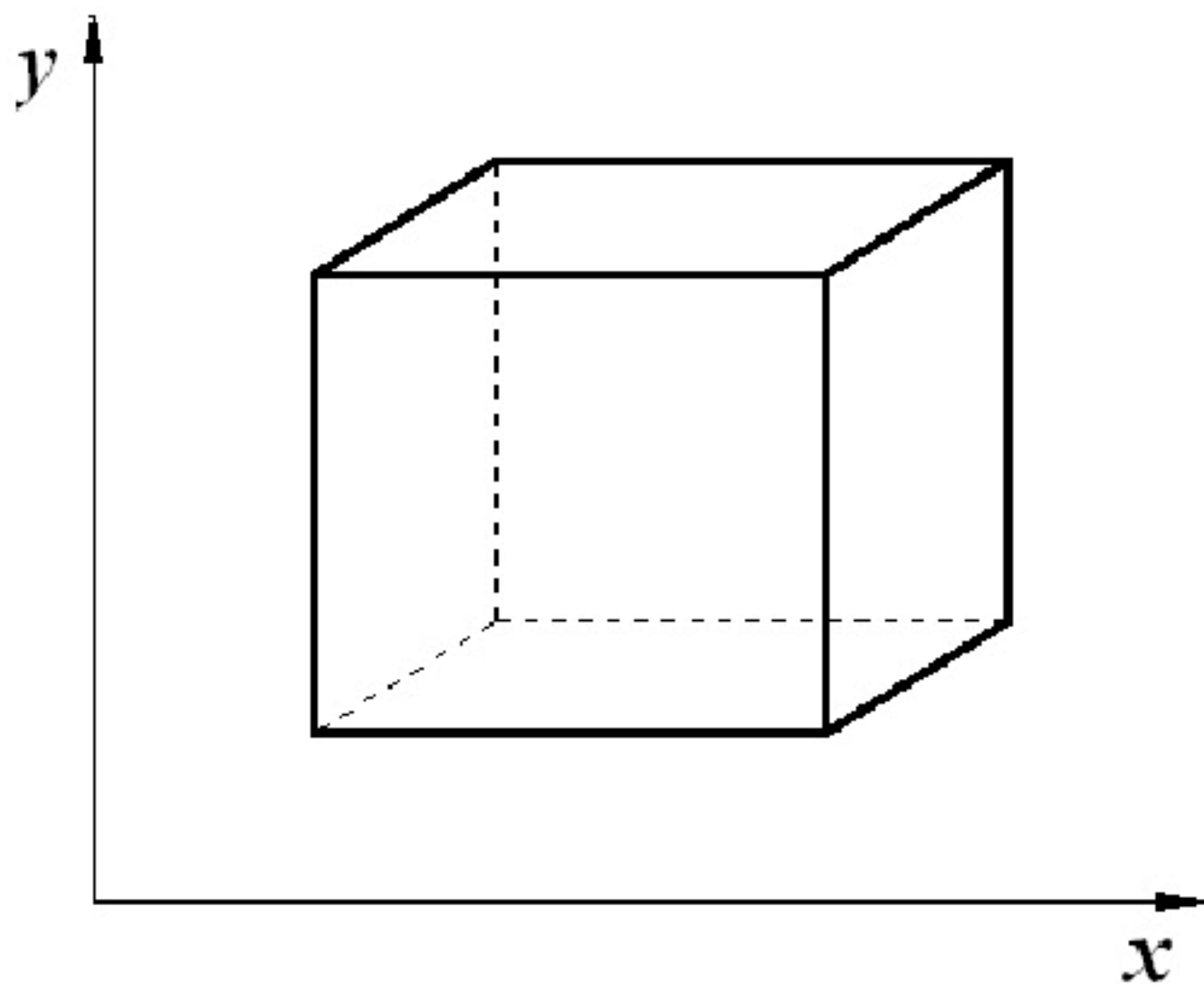
体力是作用于物体体积内的力, 以单位体积力来度量, 体力分量的量纲为 — — —; 面力是作用于物体表面上力, 以单位表面面积上的力度量, 面力的量纲为 — — —; 体力和面力符号的规定为以 沿坐标轴正向 为正, 属 外力; 应力是作用于截面单位面积的力, 属 内力, 应力的量纲为 — — —, 应力符号的规定为: 正面正向、负面负向为正, 反之为负。

小孔口应力集中现象中有两个特点: 一是 孔附近的应力高度集中, 即孔附近的应力远大于远处的应力, 或远大于无孔时的应力。二是 应力集中的局部性, 由于孔口存在而引起的应力扰动范围主要集中在距孔边 一倍孔口尺寸 的范围内。

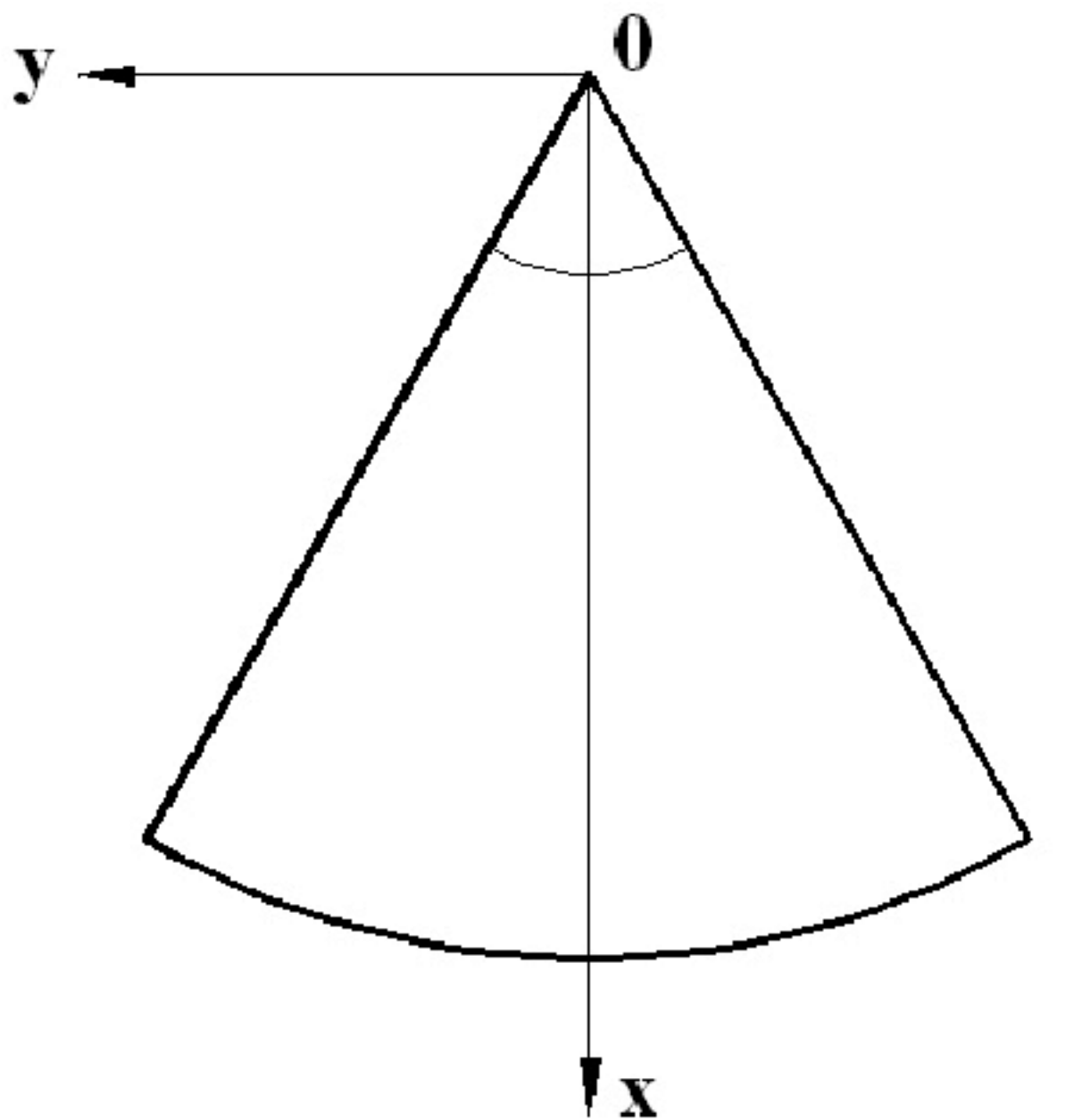
弹性力学中, 正面是指 外法向方向沿坐标轴正向 的面, 负面是指 外法向方向沿坐标轴负向 的面。

· 绘图题 (共 分, 每小题 分)

分别绘出图 六面体上下左右四个面的正的应力分量和图 极坐标下扇面正的应力分量。



图



图

· 简答题（ 分）

（ 分）弹性力学中引用了哪五个基本假定？五个基本假定在建立弹性力学基本方程时有什么用途？

答：弹性力学中主要引用的五个基本假定及各假定用途为：（答出标注的内容即可给满分）

）连续性假定：引用这一假定后，物体中的应力、应变和位移等物理量就可看成是连续的，因此，建立弹性力学的基本方程时就可以用坐标的连续函数来表示他们的变化规律。

）完全弹性假定：这一假定包含应力与应变成正比的含义，亦即二者呈线性关系，复合胡克定律，从而使物理方程成为线性的方程。

）均匀性假定：在该假定下，所研究的物体内部各点的物理性质显然都是相同的。因此，反应这些物理性质的弹性常数（如弹性模量 和泊松比 等）就不随位置坐标而变化。

) 各向同性假定: 各向同性是指物体的物理性质在各个方向上都是相同的, 也就是说, 物体的弹性常数也不随方向变化。

) 小变形假定: 研究物体受力后的平衡问题时, 不用考虑物体尺寸的改变, 而仍然按照原来的尺寸和形状进行计算。同时, 在研究物体的变形和位移时, 可以将它们的二次幂或乘积略去不计, 使得弹性力学的微分方程都简化为线性微分方程。

(分) 弹性力学平面问题包括哪两类问题? 分别对应哪类弹性体? 两类平面问题各有哪些特征?

答: 弹性力学平面问题包括平面应力问题和平面应变问题两类, 两类问题分别对应的弹性体和特征分别为:

平面应力问题: 所对应的弹性体主要为等厚薄板, 其特征是: 面力、体力的作用面平行于 xOy 平面, 外力沿板厚均匀分布, 只有平面应力分量存在, 且仅为 x, y 的函数。

平面应变问题: 所对应的弹性体主要为长截面柱体, 其特征为: 面力、体力的作用面平行于 xOy 平面, 外力沿 z 轴无变化, 只有平面应变分量存在, 且仅为 x, y 的函数。

(分) 常体力情况下, 按应力求解平面问题可进一步简化为按应力函数求解, 应力函数必须满足哪些条件?

答: () 相容方程:

() 应力边界条件 (假定全部为应力边界条件,) :

() 若为多连体, 还须满足位移单值条件。

. 问答题

(分) 试列出图 的全部边界条件, 在其端部边界上, 应用圣维南原理列出三个积分的应力边界条件。(板厚)

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/317132164012006056>