目录

[引言 1](#_Toc103261497)

[第一章 轴向拉伸和压缩 2](#_Toc103261498)

[1.1工程实际中的轴向拉伸和压缩问题 2](#_Toc103261499)

[1.2轴向拉伸和压缩时的内力 2](#_Toc103261500)

[1.3轴向拉伸和压缩时的应力 2](#_Toc103261501)

[1.4轴向拉伸和压缩时的变形 2](#_Toc103261502)

[1.5拉伸和压缩时材料的力学性能 3](#_Toc103261503)

[1.6轴向拉伸和压缩时的强度计算 4](#_Toc103261504)

[1.7拉伸和压缩静不定问题 4](#_Toc103261505)

[1.8应力集中的概念 4](#_Toc103261506)

[1.9应变能的概念 4](#_Toc103261507)

[第二章 剪切 5](#_Toc103261508)

[2.1工程实际中的剪切问题 5](#_Toc103261509)

[2.2剪切的实用计算 5](#_Toc103261510)

[第三章 扭转 5](#_Toc103261511)

[3.1工程实际中的扭转问题 5](#_Toc103261512)

[3.2扭转时的内力 5](#_Toc103261513)

[3.3薄壁圆筒的扭转 5](#_Toc103261514)

[3.4圆轴扭转时的应力和变形 6](#_Toc103261515)

[3.5圆轴扭转时的强度和刚度计算 6](#_Toc103261516)

[第四章 弯曲内力 7](#_Toc103261517)

[4.1 工程实际中的弯曲问题 7](#_Toc103261518)

[4.2 剪力和弯矩 7](#_Toc103261519)

[4.3剪力图和弯矩图 7](#_Toc103261520)

[4.4 剪力、弯矩和分布载荷集度间的关系 7](#_Toc103261521)

[第五章 弯曲应力 7](#_Toc103261522)

[5.1 梁弯曲时的正应力 7](#_Toc103261523)

# 引言

强度：抵抗破坏的能力

刚度：抵抗变形的能力

稳定性：保持原有平衡状态的能力

均匀连续假设：物质充满整个体积，且任何部分的力学性能一致

各向同性假设：材料沿各个方向的力学性能一致

杆件：纵向尺寸远大于横向尺寸的构件

构件的基本变形形式：轴向拉伸和轴向压缩、剪切、扭转、弯曲

# 第一章 轴向拉伸和压缩

## 1.1工程实际中的轴向拉伸和压缩问题

## 1.2轴向拉伸和压缩时的内力

截面法：确定内力大小和方向

轴力：对于轴向拉伸和压缩的杆件，方向垂直于截面，合力通过截面的形心的内力

对于轴向拉伸的杆件，轴力指向离开截面，称为轴向拉力，以正号表示

对于轴向压缩的杆件，轴力指向截面，称为轴向压力，以负号表示

## 1.3轴向拉伸和压缩时的应力

应力：分布在单位面积上的内力单位Pa(帕斯卡)，

平截面假设：杆变形后，各横截面仍为平面

圣维南(Saint-Venant)原理：横截面上应力均匀分布

其中为横截面上的应力

为横截面上的轴力

为横截面面积

正应力：垂直于截面的应力

拉应力：轴力为拉力时的应力，以正号表示

压应力：轴力为压力时的应力，以负号表示

切应力：沿截面切线方向的应力

沿截面a的斜截面应力

## 1.4轴向拉伸和压缩时的变形

纵向变形：杆件沿轴线方向的伸长或缩短

胡克定律

其中为绝对伸长

为轴力

为原长

为弹性模量，单位Pa(帕斯卡)

抗拉(压)刚度：

纵向线应变：无量纲，衡量杆件变形程度

横向变形：杆件的横向尺寸缩小或增大

横向线应变

泊松比(横向变形系数)

## 1.5拉伸和压缩时材料的力学性能

标距(工作长度)

弹性：材料受外力后变形，卸去外力后变形完全消失的性质

弹性极限：材料保持弹性的最大应力

比例极限：材料的应变和应力成比例关系的最大应力，略小于弹性极限

屈服：应力几乎不变，应变增加，产生塑性变形的现象

上(下)屈服点：屈服阶段的最大(小)应力

屈服极限：下屈服点

滑移线：屈服阶段中，材料表面出现的与轴线方向成约45°的条纹

强化：屈服阶段后，材料恢复抵抗变形的能力，需要增加应力才能增加应变；若在此时卸去外力，应力应变以与弹性阶段几乎相同的比例减小

弹性变形：能复原的变形

塑性变形：不能复原的变形

塑性：材料受外力后变形，卸去外力后变形保留的性质

加工硬化(冷作硬化)：材料受力至强化阶段，再卸载，其比例极限和屈服点提高，断裂后塑性变形减小的现象

颈缩：材料的变形集中于某一小段范围内，横截面面积出现局部迅速收缩

强度极限(抗拉强度)：材料开始发生颈缩的最小应力

伸长率(延伸率)：代表材料拉断后塑性变形的程度

其中为试样长度与直径的比值

断面收缩率

和越大，说明材料塑性越好，为塑性材料

低碳钢的变形可分为：弹性阶段、屈服阶段、强化阶段、局部变形阶段。

脆性断裂：材料直到拉断，变形很小，断口处横截面面积几乎没有变化

抗压强度

## 1.6轴向拉伸和压缩时的强度计算

极限应力：工程中不允许超过的应力，对塑性材料为屈服点或屈服强度，对脆性材料为抗拉强度或抗压强度

许用应力：构件工作时不允许超过的数值

安全因数：

屈强比

杆在轴向拉伸和压缩时的强度条件

## 1.7拉伸和压缩静不定问题

静不定问题的解法：考虑静力学方程，变形几何关系，变形与力的关系

温度应力

其中为线膨胀系数

残余应力

## 1.8应力集中的概念

应力集中：局部区域应力突然增大的现象

应力集中系数

其中为截面最大应力

为截面平均应力

## 1.9应变能的概念

应变能：弹性体受力变形后内部积蓄的能量

应变能密度

# 第二章 剪切

## 2.1工程实际中的剪切问题

## 2.2剪切的实用计算

剪力：剪切面上分布内力的总和

切应力

挤压应力

# 第三章 扭转

## 3.1工程实际中的扭转问题

扭转角：发生相对转动的两横截面之间的角位移

## 3.2扭转时的内力

外力偶矩

扭矩：横截面上内力的力偶矩，遵循右手螺旋法则，离开截面为正

扭矩图

## 3.3薄壁圆筒的扭转

切应力互等定理：两互相垂直截面上在其相交处的切应力成对存在，且数值相等而符号相反；以使物体产生顺时针方向转动趋势为正

剪切胡克定律：当切应力不超过材料的剪切比例极限时

为剪切弹性模量

为切应变

## 3.4圆轴扭转时的应力和变形

平截面假设：圆轴扭转时各横截面仍为平面，其大小形状不变，横截面上的半径保持为直线

其中为距圆心处的切应力

为扭转角

两截面距离

极惯性矩：单位

抗扭刚度

对于圆截面

对于内径，外径的圆环

若，则

扭转角：单位

## 3.5圆轴扭转时的强度和刚度计算

抗扭矩截面系数：单位

其中为圆半径

刚度条件：单位长度扭转角小于许用值，单位或

# 第四章 弯曲内力

## 4.1 工程实际中的弯曲问题

梁：以弯曲为主要变形的构件

纵向对称面：通过梁轴线和截面对称轴的平面

对称弯曲：梁的轴线弯曲成一条在纵向对称面内的平面曲线

集度：单位长度的载荷，单位

## 4.2 剪力和弯矩

剪力：使微端梁相邻截面左上右下为正

弯矩：使微端梁弯曲成凹形为正

## 4.3剪力图和弯矩图

刚架：杆件由刚性连接组成的结构

刚节点：刚架的连接处

## 4.4 剪力、弯矩和分布载荷集度间的关系

集度是剪力的导数，是弯矩的二次导

# 第五章 弯曲应力

## 5.1 梁弯曲时的正应力