**2.1轴向拉压的概念和实例**

**杆件轴向拉压弯剪扭组成了各种工程实际问题。**

轴向拉压特点：

外力特征：外力或其合力作用线**沿**杆件**轴线**

变形特征：拉伸变形，轴线方向伸长，横向尺寸缩短；

压缩变形，轴线方向缩短，横向尺寸增大。

通过几个题目，例子来表现轴力，必须要沿轴线

**2.2拉伸与压缩时杆横截面上的内力和应力**

**1.轴力：**通过横截面形心并沿杆件轴线的**内力**

符号规定：拉力为正, 压力为负。

**注意：**同一位置左、右侧截面内力分量必须具有相同的正负号。

截面法求内力（轴力）：分二，留一，内力代弃，内外平衡，求内力。

举例，作杆件的内力图，画轴力图。

**画轴力图注意事项：**

1. 两个力的作用点之间轴力为常量；
2. 轴力只随外力的变化而变化；与材料变化，截面变化均无关；
3. 只有沿轴线方向的外力才产生轴力；
4. x轴永远与轴线平行，且用外力的作用点将x轴分段；
5. 每一次求内力时必须严格用截面法；且在整个杆件上分二留一；

**轴向拉压时横截面上的应力**

**问题：已知轴力的大小，是否就可以判定构件是否发生破坏？**

**1.正应力和切应力**

应力 p 的法向分量－正应力 σ

应力 p 的切向分量－切应力 τ

**2.拉压杆横截面上的应力**

**试验观察：**横线仍为直线；仍垂直于杆轴；横线间距增大。

变形后，横截面仍保持平面，仍与杆轴垂直，仅沿杆轴相对平移——**平截面假设**

**正应力公式：**横截面上各点处仅存在正应力，并沿横截面均匀分布。

**拉压杆斜截面上的应力：**

**斜截面上的应力均匀分布：**



最大正应力发生在杆件横截面上，其值为σ0

最大切应力发生在杆件45°斜截面上, 其值为σ0/2

正负符号规定：以x 轴为始边，逆时针转向者为正；斜截面外法线On沿顺时针方向旋转90。，与该方向同向之切应力为正。

**的适用条件:** 1、只适用于轴向拉伸与压缩杆件，即外力的合力作用线与杆件的轴线重合。



2、只适用于离杆件受力区域稍远处的横截面



3、横截面沿轴线变化，但变化缓慢，外力作用线与轴线重合

**4、圣维南原理**

力作用于杆端的方式不同，但只会使与杆端距离不大于杆的横向尺寸的范围内受到影响

一些例题

**2.3材料拉伸时的力学性能**

**1、低炭钢拉伸时的力学性能**

低炭钢：含炭量在0.25%以下的碳素钢。

试件: l=10d 或 l=5d

试验条件: 常温、静载

**2、加载时的受力曲线分析**

**弹性阶段（该段内变形在外力撤销后会完全消失）：**比例极限（线弹性阶段，遵循胡克定律）。弹性极限。

**屈服阶段：**屈服极限是衡量材料强度的重要指标。

**强化阶段：**经过屈服材料又恢复了抵抗变形的能力，这种现象称为材料的强化。

强度极限是衡量材料强度的另一重要指标

**冷作硬化：**由于预加塑性变形, 使比例极限（强度）提高，降低塑性，使材料脆性上升的现象。

**局部变形阶段：**横向尺寸突然急剧缩小，形成颈缩现象，直到试件被拉断。

**材料的塑性**：材料能经受较大塑性变形而不破坏的能力



**断面收缩率：**

**塑性与脆性材料：**塑性材料：δ≥ 5 %；脆性材料： δ<5 % 。

**其他塑性材料在拉伸时的力学性能**

**名义屈服极限：**对于没有明显屈服极限的塑性材料，产生0.2％的塑性应变时的应力为名义屈服极限。

**铸铁拉伸破坏特点：**

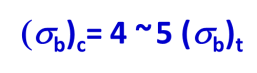
**灰口铸铁拉伸：**应力－应变曲线为一段微弯曲线;无明显的直线部分，无屈服、无颈缩现象**;**在较小的应力下被拉断；

**割线弹性模量**：通常取曲线的割线代替曲线的开始部分，以割线的斜率作为弹性模量E，称为割线弹性模量。



**强度极限：**脆性材料只有唯一的强度指标 试件拉断时所能承受的最大应力；

**2.4材料压缩时的力学性能：**

**低碳钢压缩：**愈压愈扁；拉伸与压缩在屈服阶段以前完全相同

灰口铸铁压缩：断口与轴线约成45o；压缩时的强度极限远大于拉伸时的强度极限

**总结：(塑性)**

1.当应力不超过一定的限度，应力－应变的关系均在不同程度上成正比，这时材料**服从胡克定律。**

2.塑性材料在破坏前发生相当大的变形，其**强度指标是σs;σb**

**3.**由于工程结构都**不允许材料屈服**而**产生残余的塑性变形**，所以设计塑性材料的杆件时，总是**把 σs 视为极限应力**

**总结：(脆性)**

1.脆性材料在破坏前没有较大的变形;**唯一的强度指标σb，故把σb视为极限应力**

2. 塑性材料的抗拉强度相同，一般作受拉构件。脆性材料抗压不抗拉，宜作受压构件；

3. 尽量避免使脆性材料构件处于受拉状态。

例题

**2.5失效、安全系数、强度计算**

**失效：**不能保持原有的形状和尺寸，已不能正常工作

**１、强度不足**

把**脆性材料**试件的**断裂**和**塑性材料**试件出现**塑性变形**统称为**失效**。

受压短杆的压溃、压扁同样也是**失效。**

**2、刚度不足**

弹性变形过大，虽未出现塑性变形，但也不能满足加工精度。

**３、稳定性不足**：

受压细长杆件的被压弯，如用针扎孔时，针发生了弯曲；

**4、冲击载荷、交变载荷引起的失效**

**许用应力**



**极限应力：**构件正常工作时，必须保证工作应力低于极限应力



塑性材料： ；脆性材料**:**



许用应力：保证构件正常工作必须有： ； 称为屈服安全系数。



**构件正常工作的强度条件：**

**为何引入安全系数？**

1. 强度计算中有些数据与实际有差距:
2. 给构件安全储备

**拉压杆件的强度计算**



**1、强度校核 比较**



**2、确定截面尺寸**



**3、确定系统许可载荷**

**2.6 杆件轴向拉压时的变形**



**1.纵向线应变 拉伸时ε>0 、压缩时ε<0。**

**2.拉压变形的虎克定律:**



**拉压变形虎克定律的适用范围:**

1. 材料在线弹性范围
2. 在长度L内，轴力FN 、材料的弹性模量、杆件的横截面面积A均为常量；



1. 当以上参数沿杆轴线分段变化时，则应分段计算变形，然后求代数和得总变形，即：



1. 当轴力FN、杆件的横截面面积A沿杆轴线连续变化时，取积分运算：

**横向变形、泊松比**



1、横向线应变 拉伸ε＇<0、压缩ε’>0 ；

2、泊松比 由于ε、ε‘总是同时发生，永远反号，



表示某一方向伸长，另外两个相互垂直方向上的收缩；收缩比例随材料而变化。

3、**刚度条件：** 根据刚度条件，可以进行刚度校核、截面设计及确定许可载荷等问题的解决。



**2.10 应力集中的概念**

由于工程需要,有些构件必须有切口、切槽、油孔、螺纹、轴肩等，使得这些部位的截面尺寸突变。那么在尺寸突变处应力如何分布呢？

**1、应力集中**

由于截面急剧变化引起应力局部增大现象

**2、应力集中系数 －最大局部应力**



**－削弱处的平均应力**

**1、构件的形状尺寸对应力集中的影响：**尺寸变化越急剧、角越尖、孔越小，应力集中的程度越严重。

2、**构件材料对应力集中的影响：**

**静载荷作用下：**塑性材料所制成的构件对应力集中的敏感程度较小。

内部组织均匀的脆性材料制成的构件，必须要考虑应力集中的影响。

内部组织不均匀的脆性材料制成的构件，对零件的承载力不一定造成明显影响。

动载荷作用下：应力集中往往是零件破坏的根源。

**2.11剪切与挤压的实用计算**

**连接件：**在构件连接处起连接作用的部件

**1、剪切的实用计算**

连接件的受力分析“杆件受到：两个大小相等，方向相反、作用线垂直于杆的轴线, 并且相互平行, 且相距很近的平行力系的作用。”

**变形特点：构件沿两组平行力系的交界面发生相对错动**

**剪切面：发生错动的面；有单剪与双剪**

**剪切强度条件为： [τ]为许用切应力**



**2、挤压的实用计算**

**挤压面－**连接件间的相互挤压接触面（挤压面与外载荷垂直）

**挤压应力－**挤压面上的应力

**挤压破坏－**在接触区的局部范围内，产生显著塑性变形

**接触面为平面：**挤压面的面积取接触面的面积

**接触面为曲面：**挤压面的面积取圆柱侧面在直径平面上的投影。

**挤压强度条件： [σbs]**为容许挤压应力

