

材料力学性能》课程习题集

材料力学性能》课程题集

1.解释以下名词：

1) 弹性比功：材料在弹性阶段内所吸收的能量与所施加的力之比。

2) 包辛格效应：材料在受到压力时，由于晶格结构的变化而导致的体积变化。

3) 解理面：材料中存在的平面状缺陷，容易引起断裂。

4) 塑性、脆性和韧性：材料的变形能力、断裂形式和抵抗断裂的能力。

5) 解理台阶：材料中解理面上形成的台阶状缺陷。

6) 河流花样：材料中出现的一种特殊断裂形式。

7) 穿晶断裂和沿晶断裂：材料的断裂方式，穿晶断裂为穿过晶粒的断裂，沿晶断裂为沿着晶粒的界面断裂。

2.常用的标准试样有 5 倍试样和 10 倍试样，其延伸率分别用 σ_5 和 σ_{10} 表示，为什么选择这样的表示方法？

答：选择这种表示方法是因为延伸率随着应力的增加而逐渐减小，而 σ_5 和 σ_{10} 则可以表示在不同应力下的延伸率，从而更全面地描述材料的延展性能。

3. 某汽车弹簧在未装满载时已变形到最大位置，缺载后可完全恢复到原来状态；另一汽车弹簧使用一段时间后，发现弹簧弓形越来越小，即产生了塑性变形，而且塑性变形量越来越大。试分析这两种故障的本质及改变措施。

答：第一种故障是弹簧在弹性阶段内发生的变形，可以通过增加弹簧的刚度来解决；第二种故障是弹簧在塑性阶段内发生的变形，需要重新设计弹簧的材料和结构，以提高其抗塑性变形的能力。

4. 金属的弹性模量主要取决于什么？为什么说它是一个对结构不敏感的力学性能？

答：金属的弹性模量主要取决于其晶格结构和原子键的强度。它是一个对结构不敏感的力学性能，是因为即使在不同的晶格结构和原子排列方式下，金属的原子键强度也是相似的，从而导致弹性模量的变化不大。

5.今有 45、40Cr、35CrMo 钢和灰铸铁几种材料，你选择那种材料作为机床机身？为什么？

答：选择 35CrMo 钢作为机床机身材料，因为它具有较高的强度和韧性，能够承受机床的重载和振动，同时具有良好的加工性能和耐磨性。

6.什么是包辛格效应，如何解释，它有什么实际意义？

答：包辛格效应是材料在受到压力时，由于晶格结构的变化而导致的体积变化。实际意义是可以用来解释材料的力学性能和变形行为，同时也可以用来设计新型材料。

7.产生颈缩的应力条件是什么？要抑制颈缩的发生有哪些方法？

答：产生颈缩的应力条件是材料在拉伸过程中，应力集中在某一部位，导致该部位的应力超过了材料的屈服强度。要抑制颈缩的发生，可以采取增加材料的韧性、改变材料的形状和尺寸等方法。

8.为什么材料的塑性要以延伸率这两个指标来度量？它们在工程上各有什么实际意义？

答：材料的塑性要以延伸率和断裂伸长率这两个指标来度量，因为它们可以反映材料在受力过程中的变形能力和断裂性能，对于材料的加工和应用具有重要意义。

9.试用位错理论解释：粗晶粒不仅屈服强度低，断裂塑性也低；而细晶粒不仅使材料的屈服强度提高，断裂塑性也提高。

答：粗晶粒中位错的相对位移较大，容易引起断裂，因此断裂塑性较低；而细晶粒中位错的相对位移较小，容易发生滑移，从而提高了材料的塑性和韧性。

10.延性断口有几部分组成？其形成过程如何？

答：延性断口由颈缩区、缩颈区和断裂区三部分组成。其形成过程是材料在受力过程中，由于应力集中在某一部位，导致该部位的应力超过了材料的屈服强度，从而发生颈缩，随着载荷的增加，颈缩区逐渐向外扩散，形成缩颈区，最终在断裂区发生断裂。

11.板材宏观脆性断口的主要特征是什么？如何根据断口特征寻找断裂源？

答：板材宏观脆性断口的主要特征是断口平整、无韧窝、无颗粒状物和无拉伸条纹。根据断口特征可以确定断裂源的位置和性质，从而进一步分析材料的断裂机理和强度性能。

12.简述延性断裂过程中基体和第二相的作用，其形态对材料韧性水平有何关系。

答：延性断裂过程中，基体对材料的韧性水平起到了支撑作用，而第二相则可以阻碍裂纹的扩展，从而提高材料的断裂韧性。第二相的形态和分布对材料的韧性水平有重要影响，如颗粒状第二相可以增加材料的韧性，而板状第二相则容易导致断裂的发生。

13.由 Hall-Petch 关系式和解理断裂表达式讨论晶粒尺寸细化在强韧化中的作用。

答：晶粒尺寸细化可以通过 Hall-Petch 关系式和解理断裂表达式来描述其在强韧化中的作用。Hall-Petch 关系式表明晶粒尺寸越小，材料的屈服强度越高，而解理断裂表达式则表明晶粒尺寸越小，材料的断裂韧性越高。因此，晶粒尺寸细化可以同时提高材料的强度和韧性。

14.为什么材料发生脆断要先有局部的塑性变形？试从理论上给予解释，并从试验上举出一两个实验结果证明上述的论点是正确的。

答：材料发生脆断要先有局部的塑性变形是因为在脆性断裂中，裂纹的扩展需要消耗能量，而材料的塑性变形可以提供这种能量。从试验上可以通过断口形貌和断口特征来证明这一点，如断口上出现的韧窝和拉伸条纹等都是局部塑性变形的表现。

15.试证明对可用 Hollmon 关系 $S=K\varepsilon$ 描述其真应力—真应变关系的材料，其条件抗拉强度 $\sigma_b=K e$ 。式中 $e=2.718$ 。

答：根据 Hollmon 关系式 $S=K\varepsilon$ ，可以推导出真应力—真应变关系式 $S'=(1+\varepsilon)eS$ ，其中 e 为自然对数的底数。当材料达到屈服点时，真应力为条件应力 σ ，真应变为条件应变 δ ，代入上式得 $\sigma'=(1+\delta)e\sigma$ ，即条件抗拉强度 $\sigma_b=Ke$ 。证毕。

16.一直径为 2.5mm，长为 200mm 的杆，在载荷 2022N 作用下，直径缩小为 2.2mm，请计算：

1)杆的最终长度；

2)在该载荷作用下的真应力 S 与真应变 ε ；

3)在该载荷作用下的条件应力 σ 与条件应变 δ

答：(1)最终长度为 200mm;

2)真应力 $S=2022/(\pi(2.2/2)^2)=128.6\text{MPa}$, 真应变 $\epsilon_e=(2.5-2.2)/2.5=0.12$

3)条件应力 $\sigma=2022/(\pi(2.5/2)^2)=103.0\text{MPa}$, 条件应变 $\delta=(2.5-2.2)/2.2=0.14$.

17. $\phi 10\text{mm}$ 正火状态 60Mn 拉伸试样的拉伸数据如下:

$d=9.9\text{mm}$ 为屈服平台刚结束时的试样直径)

P/kN 39.5 43.5 46.76 5.29 55.4 54.0 52.4 48.0 43.1

请计算:

1)试样的屈服强度、抗拉强度和断裂伸长率;

2)试样的硬度。

答：(1)在 $d=9.9\text{mm}$ 时, 试样的截面积

$$A=\pi(9.9/2)^2=76.96\text{mm}^2.$$

屈服强度 $\sigma_s=P/d^2A=39.5/9.9^2/76.96=0.055\text{MPa}$;

抗拉强度 $\sigma_b=P/d^2A=55.4/9.9^2/76.96=0.077\text{MPa}$;

断裂伸长率 $Z=(d_0-d)/d_0\times 100\%=(10-5.29)/10\times 100\%=47.1\%$ 。

2)根据 Brinell 硬度公式, 硬度 $HB=P/\pi D$

1.绘制条件应力-应变曲线和真应力-应变曲线，求出 σ_s 、 σ_b 、 S_b 、 ϵ_b 、 ψ_b 、 ψ_k 、 n 和 K 。给定的数据是 d/mm 9.91 9.87 9.81 9.65 9.21 8.61 8.21 7.41 6.78.

2.几何强化现象的成因是晶界阻滞，与形变强化不同的本质是它不涉及位错的移动。

3.采用时效铝合金可以提高材料强度，改用镁合金代替铝合金和重新设计，改变铝合金型材的截面形状尺寸也可以减少挠度。

4.提高金属材料的屈服强度的方法包括固溶强化、沉淀强化、冷变形强化和热处理强化等。例如，对铝合金进行固溶和时效处理可以提高其强度。

5.粗晶粒的屈服强度和断裂塑性都比细晶粒低，而细晶粒可以提高材料的屈服强度和断裂塑性。这是因为晶界对位错的阻滞作用随着晶粒尺寸的减小而增加。

6.产生颈缩的应力条件是材料的应力-应变曲线出现下降段，抑制颈缩的方法包括增加材料的屈服强度、改变试样的形状和尺寸等。

7.对钢的拉伸试样进行测试，绘制条件应力-应变曲线和真应力-真应变曲线。给定的数据是
23.39.39.5.43.5.54.76.52.9.55.4.54.0.和244.48

8.延伸率和断裂伸长率是度量材料塑性的指标，延伸率表示材料在拉伸过程中的变形能力，断裂伸长率表示材料在破裂前的最大变形能力。它们在工程上的实际意义是可以评估材料的可加工性和使用寿命。

9.减轻汽车重量可以降低燃油消耗，底盘的主要尺寸是按比刚度或比强度来设计的。淬火后的钢材比强度高，可以用于制造底盘。

10.对于给定的材料，最佳的测试方法取决于其应力-应变曲线的特点和使用条件。对于低碳钢和灰铸铁，单向拉伸和单向压缩测试是最佳的方法；对于高碳工具钢，扭转和硬度测试是最佳的方法；对于结构陶瓷和玻璃，弯曲测试是最佳的方法；对于热塑性塑料，单向拉伸测试是最佳的方法。

11.对于回火试样的扭转试验结果，可以绘制 $\tau = 9. \text{和}$
 $\tau = 7.5$ 的应力-应变曲线。给定的数据是
139. 7. 186. 3. 217. 7. 254. 269. 7. 283. 4. 29~~8~~. 309.

求该构件的疲劳寿命。

2. 简述材料的屈服强度、抗拉强度、延伸率、断面收缩率等力学性能指标的含义和测定方法。

光滑试样高，而脆性材料的缺口强度则低于光滑试样的强度？请用简单的语言解释。

4. 在评定材料的缺口敏感度时，什么情况下宜选用缺口静拉伸试验？什么情况下宜选用缺口偏斜拉伸？什么情况下则选用缺口静弯试验？请简要说明选择的原因。

5. 缺口冲击韧性为什么被列为材料常规性能的五大指标之一？请说明正确理解冲击韧性的功能，并对它是控制工艺的性能指标还是服役性能指标进行讨论。

6. 有以下工件需要测定硬度，请说明选用何种硬度试验法为宜：渗碳层的硬度分布、淬火钢、灰铸铁、鉴别钢中的隐晶马氏体与残留奥氏体、仪表小黄铜齿轮、龙门刨床导轨、氮化层、火车圆弹簧、高速钢刀具、硬质合金。

7. 缺口冲击韧性试验能评定哪些材料的低温脆性？哪些材料不能用此方法检验和评定？请简要说明试验方法本身在防止材料脆断方面的局限性。

8. 如何评定材料的缺口敏感性？请简要说明评定的方法和原理。

9. 为什么通常体心立方金属显示低温脆性，而面心立方金属一般没有低温脆性？请用简单的语言解释。

论上给出解释，并举出一两个实验结果证明上述论点的正确性。

1. 给定材料的强度随时间的变化，如下表所示：

时间（小时）	强度（MPa）
0.	108.50.
100.	85.25.
200.	69.75.
300.	54.25.
400.	46.50.

若按照安全系数为 1.7 来计算屈服强度，则需要计算出材料的屈服强度。假设材料在 0 小时时的屈服强度为 415 MPa，则可以计算出各个时间点的屈服强度，如下表所示：

时间（小时）	屈服强度（MPa）
0.	415.
100.	326.47.

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/516110200101010051>