

二〇〇九年材料成形及控制工程硕士试题

注意：以下试题应全部完成。满分：150分。

一、名词解释（每小题3分，共30分）

- 1、均质形核
- 2、反应性气孔
- 3、晶界偏析 在晶界处溶质元素被富集，使晶界成分不均匀
- 4、塑性
- 5、加工硬化
- 6、平面变形
- 7、焊接温度场及其表示方法 焊接温度场是指焊接过程中，焊件各点的温度分布，用等温线来表示。
- 8、焊接热影响区的回火软化 如 $\theta_m < \theta_m < A_c$ 调质钢加热温度高于原回火温度于 A_c 温度时，发生软化
- 9、焊接合金化 焊接中加入合金元素，保证焊缝金属的力学性能与韧性。
- 10、焊接残余变形 焊件完全冷却后...

二、问答题（共7题，共80分）

1、液态合金的充型能力与流动性的区别是什么？试分析影响充型能力的因素及提高充型能力的措施。（10分）

2、缩松的形成原因是什么？分析球墨铸铁的缩孔和缩松特点，并指出防止缩松的措施。（12分）

3、写出应力一次不变量和二次不变量的数学表达式，并说明其物理意义。（10分）

4、画出拉拔和镦粗加工的均匀变形区中主应力图示，并比较两种加工方式变形阻力的（10分）

5、简述在酸性焊条中用 Mn 铁进行沉淀脱氧的原因。（10分）
 $[Mn] + [Fe] = [Fe] + (MnO)$ 与碱性氧化剂易结合，生成稳定的氧化物

6、简述 16Mn 钢焊接热影响区的组成及其各区的性能。（10分）

7、某球形压力容器用 18MnMoV 合金钢制造，钢板的合金成分含量（重量百分比）为 C: 0.18%, Mn: 1.2%, Mo: 0.80%, V: 0.35%，板厚 25mm。焊接时采用埋弧自动焊，压力容器制造完工 3 天后，在焊接热影响区产生了一条长 102mm 的裂纹，裂纹表面有明显的金属光泽。试确定该裂纹的种类，并分析该裂纹的产生机理。（18分）
 ① 3天后产生 ② 热影响区 ③ 冷裂纹 C含量较高 易形成M组织

三、计算题（共3题，共40分）

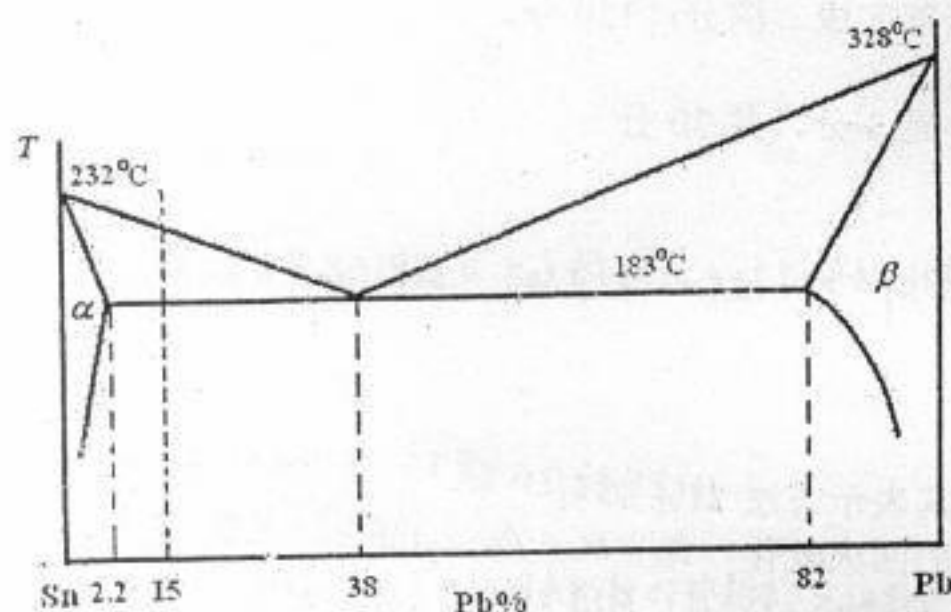
1、（19分）Sn-Pb 二元合金相图如下图所示。设合金液成分为 $C_0 = 15\%$ 的杆形零件从左端开始向右凝固，温度梯度大到足以使固液界面保持平面生长。假设固相无扩散，液相均匀混合，试求：

(1) 平衡分配系数 k_0 。

(2) 凝固 20% 时，固液界面的 C_s^* 和 C_L^* 。

(3) 凝固完毕，共晶体所占比例。

(4) 画出凝固后的杆件中溶质 Pb 的浓度沿试杆长度的分布曲线，并注明各特征成分及其位置。



(1 题图)

2、(12分) 如图所示, 对理想钢塑性材料薄板进行平面压缩变形, $b \gg l \gg h$, 初始厚度 $h_0 = 4$ mm, 加工终了 $h = 2$ mm, 变形区外端为自由端, $\sigma_s = 100$ MPa。计算 $\varepsilon_h, \varepsilon_l$, 产生屈服所需的

加工应力 σ_h 和等效应变 ε_e 。

$$b_l' = \frac{2605}{39e} \quad \varepsilon_l = \frac{2605}{3(2h^2/\sqrt{3})} \quad \text{mm}^2$$

$$= \frac{65}{\sqrt{3}}$$

$$b_l = b_m + b_l' = 0.14$$

$$b_m = -b_l' = -\frac{65}{\sqrt{3}}$$

$$b_h' = \frac{2605}{39e} \quad \varepsilon_h = -\frac{65}{\sqrt{3}}$$

$$b_h = b_m + b_h' = -\frac{263}{\sqrt{3}}$$

解: $\varepsilon_b = 0$ $\varepsilon_h = \ln \frac{h}{h_0} = \ln \frac{2}{4} = -\ln 2$

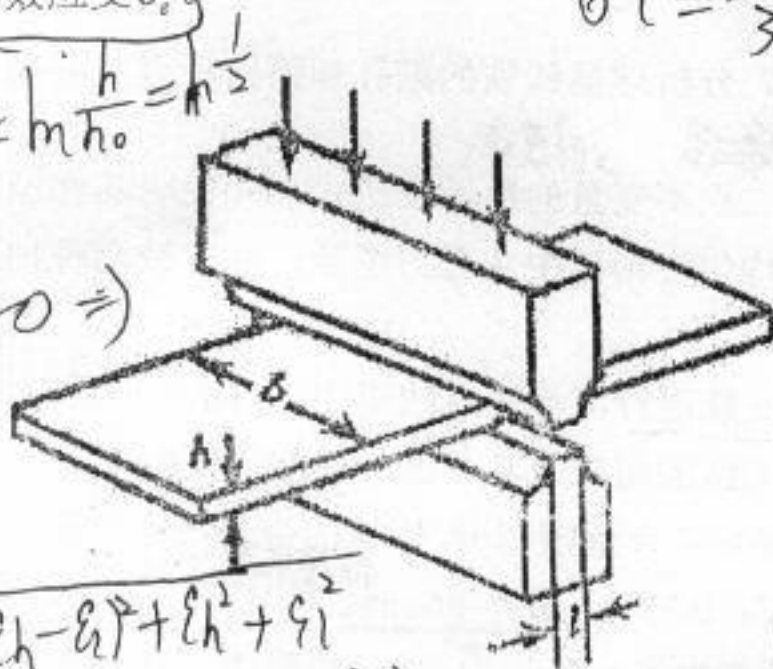
$$= -\ln 2$$

$$\varepsilon_h + \varepsilon_l + \varepsilon_b = 0 \Rightarrow$$

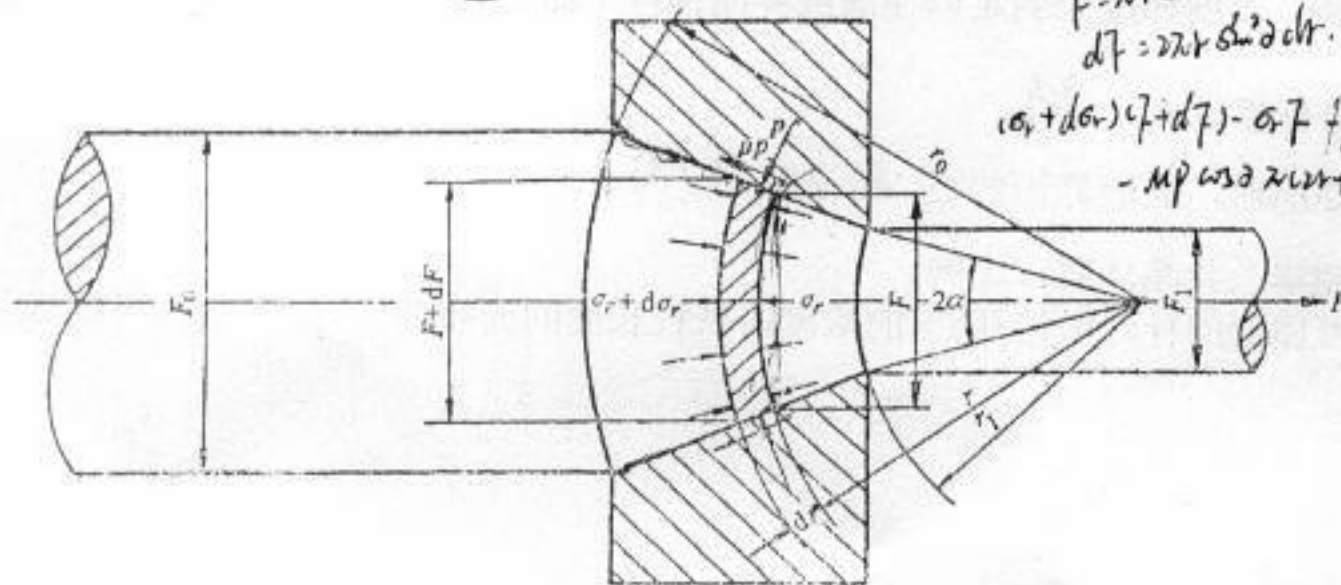
$$\varepsilon_l = -\varepsilon_h = \ln 2$$

$$\varepsilon_e = \frac{\sqrt{2}}{3} \sqrt{(\varepsilon_h - \varepsilon_l)^2 + \varepsilon_h^2 + \varepsilon_l^2}$$

$$= \frac{\sqrt{2}}{3} \sqrt{4(\ln 2)^2 + 2(\ln 2)^2} = \frac{2}{\sqrt{3}} \ln 2 \quad (2 \text{ 题图})$$



3、(9分) 试采用球坐标系求圆锥凹模拉拔圆柱坯料时的单位拉拔力。假设材料为理想刚塑性材料, 近似塑性条件为 $\sigma_r + p = S$ ($p > 0$), 图中 F 为轴向投影面积。



$$r = r \sin \theta$$

$$dr = r \sin \theta d\theta$$

$$(\sigma_r + d\sigma_r)(r + dr) - \sigma_r r + p \sin \theta \cdot r (dr + r d\theta) \cdot d\theta \sin \theta - m p \cos \theta \cdot r (dr + r d\theta) \cdot d\theta \sin \theta = 0$$

(3 题图)