

1: p274 例 2

2: p275 页 12.2

解: (1) 当两端自由

由于  $\sigma_p$  可以忽略为 0 两端自由  $\sigma_z = 0$

$$\sigma_\theta = \frac{p2r}{2t} = \frac{pr}{t} > 0$$

$$\text{显然 } \sigma_1 = \sigma_s = \frac{pr}{t}, \quad \sigma_2 = \sigma_z = 0, \quad \sigma_3 = \sigma_p = 0$$

$$\text{Mises 准则: } \Rightarrow \sigma_1 = \sigma_s \quad \text{即} \quad \frac{pr}{t} = \sigma_s = 200 \text{ MPa} \quad \text{代入可得}$$

$$p = 20 \text{ MPa}$$

$$\text{Tresca 准则} \quad \sigma_1 - \sigma_3 = \sigma_s \quad p = 20 \text{ MPa}$$

(2) 当管子两端封闭时:

$$\sigma_z = \frac{pr}{2t}, \quad \sigma_\theta = \frac{pr}{t}$$

$$\sigma_1 = \sigma_\theta = \frac{pr}{t}, \quad \sigma_2 = \sigma_z = \frac{pr}{2t}, \quad \sigma_3 = \sigma_p = 0$$

$$\text{Mises 准则: } \sqrt{3} \frac{pr}{2t} = \sigma_s \Rightarrow p = \frac{2}{\sqrt{3}} \times \frac{t\sigma_s}{r} \quad \text{代入可得}$$

$$p = 23.09 \text{ MPa}$$

$$\text{Tresca 准则: } \frac{pr}{t} - 0 = \sigma_s \Rightarrow p = \frac{t\sigma_s}{r} \quad \text{代入数据可得} \quad p = 20.0 \text{ MPa}$$

(3) 当管子两端加 100KN 的压力时:

$$\sigma_z = \frac{p\pi r^2 - 1 \times 10^5}{2\pi r t} < 0$$

$$\sigma_\theta = \frac{pr}{t} > 0 \quad \therefore \sigma_1 = \sigma_\theta = \frac{pr}{t} > 0$$

$$\sigma_2 = \sigma_p = 0; \quad \sigma_3 = \sigma_z = \frac{p\pi r^2 - 1 \times 10^5}{2\pi r t}$$

华中科技大学 材料成形原理

## 第十二章 塑性与屈服准则

### 第一节 塑性 (★★★★)

#### ◆ 名词解释

- 1: 塑性及其影响因素
- 2: 塑性指标
- 3: 最小阻力定律——当变形体质点有可能沿不同方向移动时，则物体各质点将沿着阻力最小的方向移动。
- 4: 包辛格效应

#### ■ 了解拉伸、压缩和扭转三个实验

#### ◆ 简答题

已知材料的真实应力-应变曲线方程为  $Y = BE^{0.4}$ ，若试样已有伸长率  $\delta = 0.25$ ，试问试验还要增加多少  $\delta$  才会发生颈缩？

解：根据  $n = \epsilon_b$   $\therefore \epsilon_b = 0.4$  因为已有伸长率  $\delta = 0.25$

$0.4 - 0.25 = 0.15$   $\therefore$  还要增加 0.15 才发生颈缩

### 第二节 屈服准则 (★★★★)

- 理解和记忆屈服准则、塑性方程、屈服表面等相关概念
- 理解两种屈服准则在屈服表面的几何形状。
- 熟悉 Tresca 屈服准则和 Mises 屈服准则的表达式，物理意义，适用范围，和他们之间的联系和异同。
- 重点题目 (有的公式太小，怕打印后看不清，答案字号是小二，非排版错误)



6: 八面体应力和等效应力 (★★)

等效应力的定义和表达式要记清楚

7: 应力莫尔圆 (★★)

真题从来没有考过，会做例 6 就行了吧。

8: 应力平衡微分方程 (★★★★)

第二节 应变空间

■ 理解应变等概念

■ 工程应变与对数应变

表达式、优缺点、适用范围

■ 小变形几何方程

柯西方程 (11-59)

■ 应变协调方程

■ 应变张量分析

■ 应变增量张量和应变速率张量 (★)

这个知识点也几乎没有出过题。

总结：这一章偏重理解，这一章所涉及的历年真题也比较简单，复习时以 PPT 上的内容和真题上有的内容为主。

### 第三篇 金属塑性加工力学基础

注：这一大章记忆和理解的内容都有，记忆内容比较简单，理解内容略微困难。由于有很多需要理解部分。我不按照前两大章来，以注意点（黑方块表示）为主吧。学习这一章的时候，拿出 PPT，对照着 PPT 的内容进行有选择性的学习。PPT 上没有的内容不用学习。要点就是：能理解多少理解多少，理解不下来的记住套路，把真题和我提及过的题目搞会了，基本的塑性分数拿到手了。

#### 第十一章 应力与应变理论

##### 第一节 应力空间

###### ◆ 塑性加工的定义和五个假设

###### ■ 理解记忆 面力、体积力、应力等相关概念

###### ■ 理解记忆下列公式及其相关内容

(11-4), (11-5), (11-8), (11-10), (11-18), (11-19), (11-20), (11-21)  
(11-22), (11-24), (11-25), (11-28), (11-29), (11-30), (11-31)

###### ■ 研究 例 3、例 4，例 5，例 6

###### ■ 一些重点与非重点（按照书上的一些小标题排序）

1: 主应力和应力张量不变量 (★★★★)

2: 应力椭球面 (★★★)

3: 主应力图 (★★★★★)

4: 主切应力和最大切应力 (★★★)

两个定义要知道，讨论的数学模型看不懂就记结论。

5: 应力偏张量和应力球张量 (★★★★★)



华中科技大学 材料成形原理

### 第五节 焊缝中的化学成分不均匀性

#### ◆ 名词解释 (★★★★★)

- 1: 显微偏析 2: 层状偏析 3 区域偏析

### 第十章 特种连接成形原理与方法 (★★)

#### ◆ 名词解释

指材料在一定的内部条件和一定的外部条件下, 表现出与常规不同的流变行为并靠高能的液相介质进行连接

- 1: 超塑性 2: 摩擦焊

其余的随便看看, 有个印象就行了。

和“浓度扩散”等驱动下，将导致工件中出现 H 致裂纹。焊接过程中，焊缝中的 H 扩散到母材。焊缝奥氏体先于母材相变，H 在 F, P 中溶解度很小，促使 H 向熔合区聚集，熔合区形成富 H 区。熔合区内 A 转变时，H 以过饱和状态留在 M 内。若该区域存在缺陷，导致 H 扩散到应力集中区，H 的浓度足够大时，就有可能产生裂纹。

还得加上第九题的回答，感觉这样才能作为这个题目的完全答案。不要皱眉...单单这个题目就 18 分!!!

10: 冷裂纹的控制方法?

答: 1) 控制组织脆化: 小热输入, 预热工件, C 含量较高时选用低 H 焊条。

2) 限制 H 的含量 (1,2,3 书上有)

3) 控制拘束应力: 力求减小刚度或拘束度, 避免形成各种缺口, 调整施焊顺序, 使焊缝有收缩余地, 以降低焊接接头的拘束。

总结: 焊接裂纹这一块内容确实很多, 需要理解, 记忆各个知识点。加油吧, 这一小节是重要考点! 能背下来滴.....

#### 第四节 焊缝中的气孔与夹杂物

■ 不用复习了, 前面说过了。气孔和夹杂物在铸造里面考。



为扩散 H，对 H 致裂纹有决定作用。在“相变诱导扩散”，“应力诱导扩散”和“浓度扩散”等驱动下，将导致工件中出现 H 致裂纹。焊接过程中，焊缝中的 H 扩散到母材。焊缝奥氏体先于母材相变，H 在 F，P 中溶解度很小，促使 H 向熔合区聚集，熔合区形成富 H 区。熔合区内 A 转变时，H 以过饱和状态留在 M 内。若该区域存在缺陷，导致 H 扩散到应力集中区，H 的浓度足够大时，就有可能产生裂纹。

b) 刚才的淬硬倾向 焊接时，钢种的淬硬倾向越大，越容易产生裂纹。C 含量越高，或合金元素越多，则刚才的淬硬倾向越大。钢材的淬火。。。即使没有氢的作用也可能产生裂纹（书上原话 P205 最后一句和 206 抬头一段）

C) 拘束应力 在弹性条件下，若用应力集中，则拘束应力将剧增，冷裂纹倾向势必增加。

D) 产生冷裂纹的临界条件 局部区域的延性  $\delta$  不足以承受当时应力所产生的应变  $\epsilon$ 。

不要嫌这个题长，这往往作为一道大题来考。

9: 为什么具有延迟开裂和裂纹的扩展呈断续状的特征？

注：答案在 P208 倒数第二段：“氢的应力诱导理论认为.....”一整段。

10: 2009. 二.7

这课题可分析出来是冷裂纹的氢致裂纹，它的形成机理需要总结

参考答案： 高温熔池溶解大量 H，温度下降后，H 来不及溢出、过饱和的 H 在金属中极不稳定，室温下也能自由扩散。100℃以上，H 逸出表面，—100℃，H 的扩散受到抑制，不产生裂纹。只有在—100-----到 100℃之间时，H 能自由扩散，称之为扩散 H，对 H 致裂纹有决定作用。在“相变诱导扩散”，“应力诱导扩散”

4: 凝固裂纹、液化裂纹、高温失延裂纹机理?

■ 注意: 这个题目跟第三题目的区别, 若题目只能判断到热裂纹, 那么就按照标准答案上面的回答, 若可以判断到是热裂纹的哪一种裂纹, 就得要综合起来回答了。

答: 凝固裂纹的形成机理: 金属凝固末期, 长大后的晶体交织长合形的成枝晶骨架, 这时晶体本身能进行剧烈的变化, 但晶体间残存的液相不易流动, 在拉应力作用下所产生的微小裂纹无法填充, 金属的延性降低, 为产生裂纹的内因。能否产生裂纹, 还需要看在脆性温度区的应变发展情况。

液化裂纹的形成机理: 液化裂纹的形成与偏析所造成的共晶反应有关。金属材料中存在的偏析元素使近缝区粗晶粒的边界处出现共晶反应, 在焊接热循环的作用下会发生熔化而形成的液态薄膜, 在一定的诱导条件下, 形成裂纹

高温失延裂纹的形成机理: (一般不会考, 自己看看就行)

5: 影响热裂纹的因素?

答: 记小标题, 小标题后面用一句话总结一下即可, 不要漏。

6: 冷裂纹的分布形态? (★★★)

7: 冷裂纹的特征? (★★★★★)

8: 冷裂纹的形成条件。

答: a) H 的作用

高温熔池溶解大量 H, 温度下降后, H 来不及溢出、过饱和的 H 在金属中极不稳定, 室温下也能自由扩散。100℃以上, H 逸出表面, -100℃, H 的扩散受到抑制, 不产生裂纹。只有在 -100-----到 100℃之间时, H 能自由扩散, 称之



### 第三节 裂 纹(★★★★★)

这一节的内容都很重要，每年必考内容。表格 9-4 比较详尽，但内容比较多。前三种的裂纹类型、形成时间、基本特征比较重要。表格其余理解了就行了，不用背。这一章也是需要反反复复研究，做到烂熟于心。

#### ► 名词解释

- 1: 热裂纹 2: 凝固裂纹 3: 液化裂纹 4: 高温失延裂纹 5: 多边化裂纹  
6: 弧坑裂纹 7: 成形系数 8: 冷裂纹 9: 淬火裂纹 10: 氢致裂纹  
11: 低塑性脆化裂纹 12: 拘束度

#### ► 简答题

- 1: 热裂纹的形成条件？

答案要点：热裂纹具有高温沿晶断裂的性质，发生高温沿晶断裂的条件是.....

（一直总结到 P195）它具有最低的延性，易于促使产生热裂纹。

- 2: 热裂纹的分类及特征。

答：三种裂纹（凝固裂纹、液化裂纹、高温失延裂纹）。

它们的特征是重点内容。下面是一些提示：

- 1) 裂纹所在断面有可见的氧化色彩，即可判断裂纹是热裂纹。
- 2) 液化裂纹和凝固裂纹都具有相同的断口特征。分辨它们在于分布的位置——凝固裂纹容易在焊缝中心形成。液化裂纹容易在近缝区形成。

- 3: 热裂纹的形成机理？（2007.C 2）

## 第九章 成形缺陷的产生机理及防止措施

1. 在应力作用下，物体内部各部分之间产生内应力。

### 第一节 内应力(★★★)

内应力：在材料加工过程中，由于不均匀的塑性变形或相变而产生的应力。

#### ◆ 名词解释

内应力：在材料加工过程中，由于不均匀的塑性变形或相变而产生的应力。

1: 内应力 2: 热应力 3: 相变应力 4: 机械阻碍应力

#### ◆ 简答题

1: 内应力如何产生的，对构建质量有何影响？

2: 2007.C-1 (★★★★)

### 第二节 焊接变形(★★★★)

■ 焊接变形的的基本方式可以这么记忆：（收，角，弯，波，扭）

手，脚，腕，脖都扭了，这个青年就跪了，好惨。

出题一般会给你一个构件结构，问会产生什么变形。2011年真题有一个就这样。一般收缩变形和角变形都是存在的，焊缝结构不对称时会有弯曲变形，薄板结构就有波浪变形，扭曲变形一般发生在工字钢结构。

万一不会分析了，几种变形就都写上吧。多写比少写扣的分少。

还有就是名词解释，几种变形的定义。

#### ◆ 简答题

1: 影响变形的因素和防止减少焊接变形的的方法？

（和减小或消除焊接残余应力的途径对照记忆）



华中科技大学 材料成形原理

#### 第四节 合金化 (★★★)

##### ◆ 名词解释

1: 合金化 把一种或多种元素加入另一种金属中，使其成为合金的过程。

##### ◆ 简答题

1: 合金化的目的和方式？

##### ◆ 计算题

类似教材 P181 8.14 和 2007.C-3 的题目。

去年没有考，今年考得可能性比较大。很简单的，研究下。

##### ■ 理解记忆 P179 公式 8-53

华中科技大学 材料成形原理

H	理解溶解过程和氢的三种扩散方式	四点（重点内容）	4 点
O	理解 O 在金属中的溶解	P168 最后一段	3 点
S		S 的危害 P176	2 点 总结一下
P		P 的危害 P177	2 点

第三节 液态金属与熔渣的反应（★★★★）

◆ 名词解释

1: 酸性渣 2: 碱性渣 3: 长渣 4: 短渣 5: 熔渣 焊条或焊剂加热融化后形成熔渣。 6: 熔渣的熔点 7: 造渣温度（药皮熔点）

■ 理解记忆 P171 最后一段所有内容。

■ 理解记忆 P172 第一段（熔渣的表面张力）所有内容

◆ 简答题

1: 熔渣在焊接过程中的作用是什么？

2: 熔渣的成分和分类？

答案要点：熔渣分为酸性和碱性两大类。碱性渣定义，酸性渣定义。

3: 药皮熔点与熔渣熔点的关系？（2011 真题）

4: 2007.C-4(★★★★)

答题注意点：这个题目后面的答案对脱氧方法阐述的不够详细。要掌握什么情况用什么样的脱氧方法。



## 第八章 成形过程的冶金反应原理

### 第一节 成形工艺中的冶金反应特点 (★★★)

#### ■ 理解液态成形的冶金反应特点

#### ■ 理解连接成形的冶金反应特点

以电弧焊为例，可分为三个冶金反应区。

#### ◆ 简答题

1: 简述各反应区的特点？

能产生金属的晶核，自由扩散的表示为扩散区，被氧化区表示为氧化区。

### 第二节 液态金属与气体界面的反应 (★★★)

#### ◆ 名词解释

1: 氢的浓度扩散、相变诱导扩散、应力扩散

2: 氢脆、白点

#### ◆ 简答题

1: 简述焊接气体的来源？ (★★)

答案：三点。(了解即可)

#### ■ 液态金属中其它元素的影响

列一个样表，同学们自己总结在一起哈。

	与金属的作用	影响	控制途径
N	氮溶解的四个阶段	P163 四点，注意总结	3 点

华中科技大学 材料成形原理

答：(1) 调整低合金高强钢的成分与 HAZ 组织状态 需要 HAZ 分布弥散强化质点，韧性好。焊后希望 HAZ 为针状铁素体、下贝氏体、低碳马氏体、奥氏体等塑性、韧性相对较好的组织。

(2) 合理制定焊接工艺 正确选择焊接热输入、预热温度，必要时预热。



### 第三节 焊接热影响区的组织与性能 (★★★★★)

#### ◆ 名词解释

1: 热影响区 2: 焊接热循环 3:  $t_{8/5}$ ,  $t_{100}$  4: SH-CCT 图 5: 回火软化

#### ◆ 简答题

1: 焊接热循环的主要参数及其影响

答: (1) 加热速度  $V_H$  加热速度越快相变温度越高, 奥氏体的均质化及碳化物的溶解越不充分。

(2) 最高温度  $\theta_m$   $\theta_m$  越大, 奥氏体过热严重, 冷却后组织粗大, 韧性下降。

(3) 相变温度以上的停留时间  $t_H$   $t_H$  越长, HAZ 区奥氏体均质化越充分, 但奥氏体晶粒长大也比较严重。

(4) 冷却速度  $V_c$  冷却速度是决定 HAZ 组织与性能的主要参数。

2: 焊接热循环的特点?

3: 焊接加热过程中奥氏体化的特点? (两个方面)

4: 低碳钢及不易淬火的低合金钢 HAZ 组织分布? (2005.B.三)

提醒: 这类题目, 若不知道所给出的钢号是什么类型的, 就直接跪了。。。背得再熟也是枉然。

5: 易淬火钢 HAZ 组织分布?

6: 简述 HAZ 脆化的类型及产生条件? (2007.A-7)

7: 提高 HAZ 韧性的措施是什么?

华中科技大学 材料成形原理

### 3) 凝固线速度 (理解公式 7-3)

记得丰富下每个小点。

#### 3: 2007.C-5 (★★★★★)

注: 平面晶、胞状晶、胞状树枝晶、树枝状晶是柱状晶的亚结构。柱状晶与等轴晶对应。

4: 简述焊接熔池的凝固组织形态, 并分析结晶速度、温度梯度和溶质浓度对组织形态的影响? (习题集 第二部分 第2题)

#### 5: 低碳钢焊缝的室温组织。

答: P149 最下角, 低碳钢焊缝含碳量较低... (一直到 P150 页) 在初晶奥氏体中更容易形成。(自己总结一下。)

#### 6: 低合金钢焊缝的室温组织?

己己己: 考试的时候不会直接问你低碳钢焊缝的室温组织, 而是给你一个牌号, 如 Q235, 你得知道它是低碳钢。平常看一下钢种的命名, 注意细节。P154 页有几个, 这几个常考。后面涉及到的也一样, 平常也积累一下。

#### 7: 低合金钢焊缝的室温组织 (出题可能性不大, 看两遍即可)

#### 8: 如何控制焊缝金属的组织 and 性能?

答: (1) 焊缝合金化和变质处理。采取固溶强化、细晶强化、弥散强化、相变强化等措施保证焊缝金属焊态强度与韧性。加入少量钛、硼、锆、稀土元素等变质处理, 可以细化焊缝组织, 提高韧性。

(2) 工艺措施: 调整焊接方法例如振动结晶、焊后热处理等措施提高焊缝性能。





华中科技大学 材料成形原理

## 第六章 特殊条件下的凝固 (★★)

1. 是指采用快速凝固技术，使合金在凝固过程中，以极快的速度冷却，从而获得细小的晶粒组织，提高合金的强度和性能。  
◆ 名词解释 (★★★★) 2. 指在凝固过程中，通过施加外力，使合金在凝固过程中，产生定向凝固，从而获得定向凝固组织，提高合金的强度和性能。

1: 快速凝固 2: 定向凝固 3: 微重力凝固 4: 超重力凝固

◆ 简答题 (★★★)

1: 快速凝固的基本原理？快速凝固晶态合金的组织与性能有何特点？

2: 定向凝固有哪些方法？有哪些应用？

● 总结：这一章考试内容比较少。时间紧张的同学把上述几个题目背一下就好，重视一下名词解释就够了。



华中科技大学 材料成形原理

### 第五节 化学成分的偏析 (★★★★)

#### 名词解释

1: 偏析 2: 微观偏析 3: 晶内偏析 4: 晶界偏析 5: 宏观偏析

6: 正常偏析 7: 逆偏析 ⑧: “锡汗” 9: V形偏析和逆V形偏析

10: 带状偏析 11: 重力偏析

#### 简答题

1: 防止或减轻重力偏析的方法?

本章总结: 这一章很重要, 看看这么多星星就知道了。液态成形和焊接都有气孔, 裂纹的内容。但气孔的内容都在本章考, 裂纹和变形都在焊接中考。都是必考部分。切记, 切记。本章的第六节 “裂纹和变形” 的内容就不用看了。

### 第三节 气孔与夹杂的形成机理及控制 (★★★★★)

■ 依然是霸气 5 颗星！

◆ 三种气孔的定义、特征、形成机理、防止措施。(必考内容)

◆ 名词解释

1: 一次夹杂、二次夹杂、内在夹杂、外来夹杂、偏析夹杂

◆ 简答题

1: 简述一次夹杂物的形成，分布和排除途径？(排除途径比较重要)

2: 简述二次氧化物夹杂的形成，分布和消除途径？(减少途径比较重要)

3: 影响偏析夹杂物大小和数量的因素？(★★)

### 第四节 缩孔与缩松的形成机理 (★★★★★)

■ 五颗星，不解释!!

◆ 名词解释

1: 液态收缩      2: 凝固收缩      3: 固态收缩      4: 缩孔      5: 缩松

◆ 简答题

1: 试分析缩孔、缩松形成条件及形成原因的异同。(2006.D-4)

2: 阐述灰铸铁和球墨铸铁铸件的缩孔和缩松的形成倾向。(2007.B-3)

3: 影响缩孔与缩松大小的因素？(P111)

4: 影响灰铸铁和球墨铸铁缩孔和缩松的因素？(P111)

5: 防止铸件产生缩孔的途径 (2005.A-二-3)



## 第五章 铸件凝固组织的形成与控制

- 理解教材 P87 第一段话。

### 第一节 铸件宏观凝固组织的特征及形成机理 (★★

★★★)

- 看清楚是 5 颗星哟！用两个真题来复习这一节。

- ◆ 名词解释

1: 晶粒增殖过程: 在金属凝固过程中, 晶核不断长大, 晶粒不断增多, 直到凝固结束, 晶粒增殖过程才结束。

- ◆ 简答题

1: 铸件典型宏观组织是由哪几部分构成的, 它们的特征和形成机理如何?

(2006.D-3)

2: 试述铸件宏观凝固组织的内部等轴晶的形成机理。(2007.B-4)

### 第二节 铸件宏观凝固组织的控制 (★★★★★)

- 还是 5 颗星哟。

- ◆ 名词解释

1: 孕育处理 2: 孕育衰退

- ◆ 简答题

1: 细化凝固组织的生核剂主要有哪几类, 其生核机理分别是什么? (2005.D-1)

2: 简述促进等轴晶的方式?

## 第二节 共晶合金的凝固 (★★★)

规则共晶两相平衡凝固、非规则共晶两相平衡凝固、伪共晶组织、离异共晶和离异共晶凝固、规则共晶凝固

### 名词解释

- 1: 规则共晶合金 2: 非规则共晶合金 3: 伪共晶组织 4: 离异生长和离异共晶  
5: 规则共晶凝固 6: 层片状共晶组织 7: 棒状共晶

### 简答题

- 1: Mg、S、O 等元素如何影响铸铁中石墨的生长? (习题 6.3)

- 共晶合金的共生共长、共晶共生区、离异共晶、离异生长、规则共晶凝固相关的概念和知识点。
- 了解非规则共晶的特点，了解 Al-Si 合金的共晶凝固，了解加入 Na、Sr 等变质元素的影响（没有考过，但属于容易出题的地方）
- 这一章概念较多，且极易混淆。我复习的时候也很头疼。容易出名词解释题目，复习时不能死记，不然很快就忘。按照共晶组织的特点、共晶合金的分类、共晶合金的结晶方式来梳理记忆。

本章第三节和第四节和第五节略微记忆一些大的概念即可，时间紧张的话就跳第三节和第四节，了解一下金属基复合材料的凝固相关概念即可。



华中科技大学 材料成形原理

#### 第四章 单相合金与多相合金的凝固

■ 注：整个这一章是作为液态成形的重点，也是考试的重点，需要研究一下。

- ◆ 理解教材 P52 第 1 段，第 2 段，
- ◆ 了解两个扩散定律。（没有考过，但也需要知道下）

##### 第一节 单相合金的凝固（★★★★★）

◆ 名词解释 称为平衡凝固

1: 溶质再分配 2: 界面平衡 3: 正常凝固过程 4: 溶质平衡分配系数

5: 成分过冷 6: 枝晶间距

◆ 简答题

1: 液态合金凝固时的热过冷和成分过冷有何区别？成分过冷对单相合金晶体生长方式有何影响？（2006.D-1）

2: 影响枝晶间距的主要因素是什么？枝晶间距与材质的质量有何关系？（习题 5.4）

◆ 计算题（相当重要）

1: 2005.D-2

2: 2006.D-2

3: 2011 年也有一个，见 2011 年真题

◆ 牢固记忆“成分过冷”判别式或判据通式。（什么时候用大于等于号 什么时候用小于号，哥考试的时候就写反了）

华中科技大学 材料成形原理

同，界面上凸起的某一晶体生长伸入过冷液中，成为树枝晶生长方式。

3: 阐述晶体的生长机理及生长速率？

(1) 连续生长机理

当液固界面在原子尺寸内呈粗糙结构时...并随机地受到固相中较多近邻原子的键合。

(2) 晶体的二维生长

当液固界面在原子尺寸为平整界面时，界面上会形成一个二维晶核。由于二维晶核的形成，产生了台阶....（书上原话）如此继续下去，完成凝固过程。

(3) 晶体从缺陷处生长

①螺旋位错生长

②旋转孪晶生长

③反射孪晶生长



6: 螺旋位错生长、旋转孪晶生长、反射孪晶生长（这三个名词解释理解记忆即可，不是很重要）

■ 注：分清楚非小平面界粗糙界面、非小平面生长、平整界面、小平面界面、小平面生长这六个概念的相互关系。

◆ 简答题

1: 阐述影响晶体生长的因素？（习题 3.4）

（注：习题集上面给的答案我觉得有问题，我自己总结了，供参考。）

答：（1）晶体宏观长大方式取决于界面前方液体中的温度分布，即温度梯度  $G_L$ ，当  $G_L > 0$  时，晶体生长以平面方式生长；如果  $G_L < 0$ ，晶体以树枝晶方式生长。

（2）晶体的微观生长方式取决于固-液界面结构；粗糙界面的生长方式叫非小平面生长；平整界面的生长方式叫小平面生长

2: 晶体平面方式长大与树枝晶方式生长的机理？

答：（1）平面方式长大机理

固-液界面前方液体中的温度梯度  $G_L > 0$ ，液相温度高于界面温度  $T_i$ ，称为正温度梯度分布。固-液界面前方液体过冷区域及过冷度极小。晶体生长时凝固潜热的析出方向同晶体生长方向相反，一旦某一晶体生长伸入液相区就会被重新熔化，导致晶体以平面方式生长

（2）树枝晶方式生长机理

固-液界面前方液体中的温度梯度  $G_L < 0$ ，液相温度高于界面温度  $T_i$ ，称为负温度梯度分布。固-液界面前方液体过冷区域较大，距界面越远的液体其过冷度越大。晶体生长时凝固潜热的析出方向同晶体生长方向相

华中科技大学 材料成形原理

### 第三章 液态金属的凝固形核方式及生长方式

#### 第一节 凝固的热力学条件 (★★★★★)

##### ◆ 理解形核——凝固这一过程

##### ◆ 简答题

1: 为什么过冷度是液态合金结晶的驱动力? (2006.A-1)

2: 何谓热力学能障和动力学能障? 凝固过程是如何克服这两个能障的? (2005.D-三)

#### 第二节 均质形核与异质形核 (★★★★★)

##### ◆ 名词解释

1: 均质形核 2: 异质形核 3: 形核速率

##### ◆ 理解润湿角与界面基底的形状与异质形核的关系。

##### ◆ 简答题

1: 影响异质形核速率的因素?

2: 什么样的界面才能成为异质形核的衬底? (2006 A-3)

##### ◆ 计算题 (要求公式记忆牢固, 会推导)

: 2007.B-1

: 2008. 四-1

#### 第三节 纯金属晶体的长大方式 (★★★★★)

##### ◆ 名词解释

1: 正温度梯度 2: 负温度梯度 3: 粗糙界面 4: 平整界面 5: 二维晶核



华中科技大学 材料成形原理

2: 铸件的凝固方式及影响因素 ? (★★★★)  $p_{34}$

包括: 层状凝固 体积凝固 中间凝固  
影响因素: ①合金的成分 ②铸件的结构 ③铸造条件

#### 第四节 铸件的凝固时间 (★)

◆ 知道有哪几种计算方法就行了。简单看一下平方根定律，其余的数学模型不用看。

铸件的凝固时间: 指液态金属从浇注到凝固结束, 至冷却到室温时所需要的时间  
铸件在凝固过程中, 因收缩而产生的应力, 称为凝固应力

华中科技大学 材料成形原理

## 第二章 液态金属的流动和传热

### 第一节 液体金属的流动性和充型能力 (★★★)

#### ◆ 名词解释

1: 流动性 2: 充型能力

#### ◆ 简答题

1: 液态合金的流动性和冲型能力有何异同？如何提高液态金属的冲型能力？(题 2.3, 2006 A-2)

2: 两种成分液态金属的停止流动机理？

纯金属（或共晶成分合金）和结晶温度范围很窄的合金两种，理解记忆。

注：“液态金属充型能力的计算”不用看。

### 第二节 凝固过程中的液体流动 (★★)

#### ◆ 名词解释

1: 自然对流 2: 强迫对流 3: 双扩散对流

#### ◆ 简答题

1: 液体在枝晶间流动的驱动力？ $P_{\Delta\rho}$

注：这一节所有的数学模型部分不用看了。

### 第三节 凝固过程中的热量传递 (★★)

#### ◆ 理解温度场和凝固动态曲线

#### ◆ 简答题

1: 传热的三种方式？传导、对流、辐射



答：(1) 对液态金属净化的影响 (课本上原文) .....甚至发生灾难性后果。

(2) 对液态合金流动阻力的影响 粘度越大，流动阻力越大。

(3) 对凝固过程中液态合金对流的影响 粘度越大对流强度越小，而对流强度影响金属凝固质量。

(以上两个题目为例子 这类题目的标准答案是相似的，每一个要素是不能漏的，同时用一句两句话去说明每个要素就可以了。先记大的主干，大的主干有了，对主干进行说明一下就行了，没有所谓的一字不差的标准答案，考试的时候用这样的方式去答题只要不漏主干，一般都是满分。这类比较简单的题目后面总结就不写答案了，自己对着书总结一下，记忆和理解也要深刻些。)

3: 影响表面张力的因素?  $\left\{ \begin{array}{l} \text{熔点高, 大} \\ \text{温度高, 小} \quad (\text{温度升高使液体质点间的结合力减弱}) \\ \text{溶质元素} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{表面活性元素, 使表面张力降低} \\ \text{非表面活性元素, 使表面张力升高} \end{array} \right. \end{array} \right.$

4: 表面张力在材料成形过程中的意义?

① 影响金属的凝固过程，凝固时表面张力越大，凝固速度越慢，凝固后铸件内部缺陷越少。  
② 影响金属的流动，表面张力越大，流动阻力越大，流动性越差。  
③ 影响金属的润湿性，表面张力越大，润湿性越差，铸造时容易产生浇不足等缺陷。  
④ 影响金属的焊接，表面张力越大，焊接时容易产生气孔等缺陷。

#### 第四节 半固态金属的流变性 & 表观粘度 (★★)

◆ 名词解释 金属合金在凝固过程中，随着温度的降低，其流动性逐渐变差，这种性质称为半固态金属的流变性。

1: 流变铸造 (这个课本上说的比较乱，下面是我自己总结的，仅供参考)

通过机械搅拌或电磁搅拌等方法制作半固态浆料，使其固相分数达到 50%—70%，合金浆料仍具有液态的性质，施加压力就可以很好地填充压铸机等成型设备的型腔，然后进行压铸和挤压至金属模具中成形为零件。

#### ◆ 简答题

1: 流变铸造的优点是什么?  $P_{1.22}$

华中科技大学 材料成形原理

## 第一章 液态金属的结构和性质

### 第一节：材料的固液转变 (★)

#### ◆ 名词解释

- 1: 空穴 2: 熔化潜热

### 第二节 液态金属的结构与分析 (★★)

#### ◆ 名词解释

- 1: 液态金属中的三起伏 2: 近程有序和远程有序

#### ◆ 简答题

- 1: 纯金属和实际合金的液态结构有何不同? (习题 2-1)

### 第三节 液态金属的性质 (★★★)

#### ◆ 名词解释

- 1: 粘度 2: 表面张力

#### ◆ 简答题

- 1: 影响液体金属粘度的主要因素?

答: (1) 化学成分: 难熔化合物的液态粘度较高, 而熔点低的共晶成分合金的粘度低。

(2) 温度: 液体金属的粘度随温度升高而降低。

(3) 非金属夹杂物: 液态金属中呈固态的非金属夹杂物使液态金属的粘度增加, 夹杂物的数量和形态均影响液态金属粘度。

- 2: 粘度在材料成型过程中的意义?



华中科技大学 材料成形原理

也必须没问题。这个过程需要大概 30 天左右。

第二步：开始塑性部分的学习，研究教材，PP7，真题。这个地方没有什么捷径可以走的，看不明白也需要反复看，反复看也不明白就要背下来，直到至少这本资料上所提及的题目和真题的题目能独立完成。这个过程需要 25 天。

第三步：花 10 天重新背诵第一步背诵的内容，花 7 天重新学习第二步学习的内容。共需大约 18 天

第四步：反复记忆第三步复习的内容直至考试。

整个过程需要安排大约三个月的时间。

#### 四：关于后期辅导的问题

我一般是白天挂 qq，但在实验室不好意思在那里聊 qq。晚上在线，隐身状态的。希望能用邮件交流，用 qq 我经常可能当时不方便回，事后就忘了。

英语和政治我只有考低分的经验，没有任何经验可以给你们们的，请不要问我这方面的问题。

数学我还可以，学习数学的能力比较好，这个可以交谈。建议是不要抱着复习全书不放，复习全书其实编排的过于冗长和多余，它是一本好的数学字典，但绝不是一本好的应试数学资料。这是一个考研数学中的最大误区！

#### 五：关于这本资料的版权

这本资料是我辛辛苦苦，一点一点写上来的。版权只属个人，明年考完后，可以留存，可以送人，但请勿做再版和其它商业行为，尊重他人劳动成果，积攒人品。

在西伯利亚寒流中静静等待着属于我们的灿烂悄然绽放。

真诚地期待我们明年华科见！

yo-ho

2011.9 武汉

## 前言

现在午夜十二点，洗完澡坐在桌前准备写下这本资料的最后一部分。青灯黄卷再一次提醒自己又开始了学生生活。去年此时，我卑微地游走于各大招聘会，忍受企业HR掩饰过后却依然能发现的轻视。而此时此刻，我却坐在窗户旁，耳听外面的虫鸣，享受又一次和祖国的纯真邂逅。《阿甘正传》曾说：“生活就像巧克力盒，你永远不知道下一颗在取出来之前是什么味道”。确实如此！

这本《华中科技大学材料成形原理复习纲要》于今日最终完稿。现交代一些事情。

### 一：关于复习材料成形原理所使用资料

这本复习纲要配套的必要的资料有：教材，真题，PP7，习题集

根据自身情况选择的资料有：《材料成型工艺》以及我即将给你们的相关实验部分的电子资料。《材料成型工艺》上的内容10年以前是不考的，11年突然考了，据此也难以琢磨以后出题的风格变化。根据11年的试题情况，个人建议只看塑性部分的一些工艺方法。实验部分的资料等大家复习一段时间后，浏览一下，找出自认为有用的内容即可。

### 二：关于本资料的使用

★：这个是表示重要程度的符号。两颗星及以下的内容属于了解，一般不会考，但若考了你能至少能说出几句出来。三星及以上属于重点内容，需要理解，记忆，坚决不能报侥幸心理。

■：表示注意点

习题2-1：表示的是《材料成形原理习题集》上面的编号。

2006.A-2：表示真题2006年A卷第2题

凡是难一点的题目，我都是按照自己的理解把答案写上去了的，而比较简单题目，比较好总结的题目需要读者自己总结，以加深印象。这本资料是单面打印的，空的那一页用来做自己的学习笔记或总结。

### 三：关于材料成形原理的复习方法（仅供参考）

第一步：按照着这本资料上的提示依次看教材上铸造和焊接内容。每一章先理解其内容，这一章理解完后要进行立即进行总结和背诵。不要问怎么需要背诵的内容会这么多。这个过程会很苦，但无数前辈都这么走过来的，你也没有问题，



华中科技大学 材料成形原理

- 1: 两种摩擦模型
- 2: 求长形板镦粗时的变形力和单位流动压力?
- 3: 求圆柱体镦粗时的压应力和单位变形力?
- 4: 课后习题 14.1 (习题集第三部分第 7 题)
- 5: 课后习题 14.2 (习题集第三部分第 8 题)
- 6: 课后习题 14.3

还有 2005—2011 年的每年真题上的主应力法，比较难的是 2008 年和 2009 年的最后一道题目。

#### 结 语

资料总结到此结束。限于水平和时间，我就不校正了。

我的塑性理论水平不是很高，这些方法只适用于应试吧。

我已经尽了自己的努力了，不足之处希望你们能谅解。

最后预祝大家取得好成绩！

yo-ho

2011. 武汉

华中科技大学 材料成形原理

$$d\varepsilon_z = \frac{d\bar{\varepsilon}}{\bar{\sigma}} \left[ \sigma_z - \frac{1}{2}(\sigma_x + \sigma_y) \right] = \frac{0.1}{200} \delta \left[ -350 - \frac{1}{2}(-50 - 150) \right] = -0.075\delta$$

$$d\gamma_{xz} = d\gamma_{zx} = \frac{3}{2} \frac{d\bar{\varepsilon}}{\bar{\sigma}} \tau_{xz} = \frac{3}{2} \times \frac{0.1}{200} \delta \times 5 = \frac{3}{800} \delta$$

2: 课后习题 13.3

自己做一下吧，挺简单的。

3: 课后习题 13.4 (习题集第三部分第4题)

4: 课后习题 13.8 (习题集第三部分第6题)

5: 习题集第三部分的全体题目，共8道 (后面两道是主应力法)

#### 第十四章 金属塑性成形解析方法 (★★)

■ 这一章编写上来的题目是必须要掌握的，难点依然是基元体静力平衡方程的理解。我记得当时一些题目因为时间仓促我也理解不了，我当时是硬背下来的。个人建议时间紧张的同学不要再花时间在去找其它的主应力法题目了来做。要不会都不会，花了时间，还不一定有效果。一个实验室的师兄说，除了10年的试卷，每年都有一个题目就是让考生做不出来的。与其在主应力法这块花太多精力还不如将时间投入到其它知识点得重复记忆上当然，仅仅是个人建议。学有余力的同学可以去图书馆专门找书看。

◆ 重点题目:



载方式。

## 2: 增量理论

是描述材料处于塑性状态时，应力与应变增量或应变速率之间关系的理论，它是针对加载过程的每一瞬间的应力状态所确定的该瞬间的应变增量，这样就撇开加载历史的影响

## 3: 全量理论

在小变形的简单加载过程中，应力主轴保持不变，由于各瞬间应变增量主轴和应力主轴重合，所以应变主轴也将保持不变。在这种情况下，对应变增量积分便得到全量应变。在这种情况下建立塑性变形的全量应变与应力之间的关系称为全量理论，亦称为形变理论。

### ◆ 计算题

#### 1: 课后习题 13.2

解：由  $d\varepsilon_x = \frac{d\bar{\varepsilon}}{\bar{\sigma}} [\sigma_x - \frac{1}{2}(\sigma_y + \sigma_z)]$  得

$$0.1\delta = \frac{d\bar{\varepsilon}}{\bar{\sigma}} \left[ -50 - \frac{1}{2}(-150 - 350) \right], \text{ 由此可解得,}$$

$$\frac{d\bar{\varepsilon}}{\bar{\sigma}} = \frac{0.1}{200} \delta, \text{ 所以其余分量为}$$

$$d\gamma_{xy} = d\gamma_{yx} = \frac{3}{2} \frac{d\bar{\varepsilon}}{\bar{\sigma}} \tau_{xy} = 0$$

$$d\varepsilon_y = \frac{d\bar{\varepsilon}}{\bar{\sigma}} \left[ \sigma_y - \frac{1}{2}(\sigma_x + \sigma_z) \right] = \frac{0.1}{200} \delta \left[ -150 - \frac{1}{2}(-50 - 350) \right] = 0.025\delta$$

$$d\gamma_{yz} = d\gamma_{zy} = \frac{3}{2} \frac{d\bar{\varepsilon}}{\bar{\sigma}} \tau_{yz} = 0$$

关系，背下来也行。题目就这几个。

### 第十三章 本构方程 (★★★★★)

#### 第一节 塑性变形时应力应变关系的特点

##### ◆ 简答题

1: 简述应力与应变关系的特点？

2: 为什么说塑性变形时应力和应变之间的关系与加载历史有关？ (★★)

答：因为塑性变形是不可逆的，应力与应变关系不是单值对应的，与应变历史有关，而且全量应变主轴与应力主轴不一定重合，因此说应力与应变之间的关系与加载历史有关，离开加载路线来建立应力与全量应变之间的关系是不可能的。

■ 三种实验方法确定材料的等效应力与等效应变曲线。

要求：三种实验状态下的各主应力、主应变的表达式或值要记清楚。尤其是压缩实验。

■ 牢记 6 种简化模型的表达式，图形，适用范围 (PPT 上有)。

■ 广义胡克定律 公式 (13-6)

#### 第二节 塑性变形的增量理论

#### 第三节 塑性变形的全量理论

##### ◆ 名词解释

1: 简单加载

是指在加载过程中各应力分量按同一比例增加，应力主轴方向固定不变的加



华中科技大学 材料成形原理

(我也不会用应力摩尔圆求主应力，没有办法，只能强记了)

(提示：利用应力莫尔圆求出主应力，再代入两准则)

解：由图知：  $\sigma_x = \sigma$     $\sigma_y = 0$     $\tau_{xy} = \tau$

由应力莫尔圆知：

$$\sigma_{1,3} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

$$\therefore \sigma_1 = \frac{\sigma}{2} + \sqrt{\frac{\sigma^2}{4} + \tau^2} \quad \sigma_2 = 0$$

$$\sigma_3 = \frac{\sigma}{2} - \sqrt{\frac{\sigma^2}{4} + \tau^2}$$

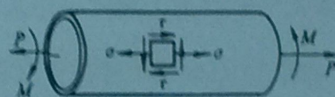


图 16-12 受拉扭复合的薄

Tresca 准则    $\sigma_1 - \sigma_3 = \sigma_s$

$$\therefore \sigma_s = 2\sqrt{\frac{\sigma^2}{4} + \tau^2}$$

$$\Rightarrow \left(\frac{\sigma}{\sigma_s}\right)^2 + 4\left(\frac{\tau}{\sigma_s}\right)^2 = 1$$

密塞斯准则    $(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2 = 2\sigma_s^2$

$$\Rightarrow 2\sigma^2 + 6\tau^2 = 2\sigma_s^2$$

$$\therefore \left(\frac{\sigma}{\sigma_s}\right)^2 + 3\left(\frac{\tau}{\sigma_s}\right)^2 = 1$$

这类题目，我记得就是静力平衡方程不是很好理解。但多看几次，多练几  
题目，其实就会发现这类题型的套路是一定的，不是那么复杂，理解不了也没

华中科技大学 材料成形原理

由密塞斯屈服准则:

$$(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2 = 2\sigma_s^2$$

$$\Rightarrow \left(\frac{pr}{t} - 0\right)^2 + \left(\frac{p\pi r^2 - 1 \times 10^5}{2\pi r t}\right)^2 + \left(\frac{p\pi r^2 - 1 \times 10^5}{2\pi r t} - \frac{pr}{t}\right)^2 = 2\sigma_s^2$$

代入数据得:  $p \approx 13 \text{ MPa}$

由屈雷斯加屈服准则:  $\sigma_\theta - \sigma_z = \sigma_s \Rightarrow \frac{pr}{t} - \frac{p\pi r^2 - 1 \times 10^5}{2\pi r t} = \sigma_s$

$$\Rightarrow \frac{pr}{2t} = 200 - 100 = 100 \text{ MPa} \Rightarrow p = 10 \text{ MPa}$$

故  $p = 10 \text{ MPa}$

3: P275 页 12.3.

答: 沿径向取微元体, 静力平衡方程为:

$$P(R \cdot d\theta)^2 - 4\sigma_\theta(R \cdot d\theta)t \cdot \sin(\theta/2) = 0$$

化简计算:

$$\sigma_\theta = PR/2t$$

$$\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_\theta \quad \sigma_3 = 0$$

根据 Mises 屈服准则

$$(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2 = 2\sigma_s^2$$

$$(PR/2t)^2 + (PR/2t)^2 = 2\sigma_s^2$$

$$PR/t = 2\sigma_s$$

$$p = 2t\sigma_s/R$$

4: 试做一下 P275 第 1 题

5: 图 16-12 所示的是一薄壁管承受拉扭的复合载荷作用而屈服, 管壁受均匀的拉应力  $\sigma$  和切应力  $\tau$ , 试写出下列情况的屈雷斯加和密塞斯屈服准则表达式。