

河北省普通高校专科升本科教育考试

材料成型及控制工程专业

考试说明

第一部分：金属学

I. 课程简介

一、内容概述与要求

金属学考试是为招收材料成型及控制工程专业专科升本科学生而实施的入学考试。为了体现材料成型及控制工程专业对专接本科学生入学应具备的金属学知识和能力的要求，金属学考试分为两大部分：金属学基础部分和热处理原理部分，考试结构构成主要集中在金属学基础部分。

参加金属学考试的考生应理解《金属学及热处理》中金属的晶体结构、纯金属的结晶、二元合金的相结构与结晶、铁碳合金、金属及合金的塑性变形、金属及合金的回复与再结晶、扩散、钢的热处理原理这八部分的基础基本概念和基本理论；掌握上述部分学习的基本方法；能够运用所学的基础知识来分析并解决一些简单的实际问题。金属学考试主要是针对考生对金属学基础知识掌握程度的考核，及一些简单实际问题的分析考核。

二、考试形式与考试结构

考试采用闭卷、笔试形式，全卷满分为 150 分，考试时间 75 分钟。

试卷包括填空题、选择题、简答题、综合题。答案均在答题纸上作答。

填空题 40 分，选择题 40 分，简答题 50 分，综合题 20 分。

II. 知识要点与考核要求

一、概论

1. 知识范围

金属学的研究对象，方法以及金属组织结构的基本轮廓(晶粒、晶界、亚晶、晶体结构)，以及金属材料的力学性能(强度、硬度、塑性、韧性)。

2. 考核要求

- (1) 金属和合金的区别
- (2) 金属材料的机械性能即力学性能都有哪些

(3) 金属材料的强化机制

二、金属和合金的固态结构

1. 知识范围

主要讲述金属和合金的晶体结构和结构缺陷，是重点章之一，本章包括了金属学中最基本的理论和概念，是学好该课程的基础。

晶体学基础部分应掌握双原子作用模型、晶体与非晶体、晶体结构与空间点阵、晶胞、晶格、14种空间点阵、七大晶系、晶面指数与晶向指数、晶带与晶带轴。

纯金属的晶体结构部分应掌握典型金属的晶体结构（体心立方、面心立方、密排六方）、晶体中原子的堆垛、晶体结构中的间隙、原子半径、多晶型性、单晶体的各向异性与多晶体的各向同性，了解亚金属与镧系金属的晶体结构。

晶体缺陷部分应掌握点缺陷，包括空位和间隙原子、点缺陷的平衡浓度、点缺陷的运动；位错包括刃型位错、螺型位错、柏氏回路与柏氏矢量；界面包括晶界、大角度晶界与小角度晶界、亚晶界与相界、界面能、堆垛层错。

固态合金的相结构部分应掌握固溶体，包括固溶体的晶体结构、置换固溶体及其溶解度、间隙固溶体、有序固溶体及固溶体的微观不均匀性；中间相包括中间相的特点及分类、正常价化合物、电子化合物、间隙相和间隙化合物。

2. 考核要求

(1) 金属的结合键和结合能。

(2) 固态物质的分类（晶体和非晶体），空间点阵与晶体结构的区别以及三种典型的金属晶体结构（原子数、配位数、原子半径、密排面和密排方向）。给出晶面指数和晶向指数，会画出一个晶胞内的晶向和晶面（不考虑负号）。

(3) 晶体缺陷有哪些：点、线、面缺陷。分别了解点缺陷有哪些，线缺陷主要是位错，位错分为螺型和刃型，他们和柏氏矢量的关系，面缺陷有哪些。

(4) 组织和相的概念，固溶体和金属化合物的定义及分类。

三、纯金属的结晶

1. 知识范围

金属结晶的基本规律，即形核和长大过程。金属凝固的基本过程应掌握过冷现象与过冷度、形核与长大、孕育期。液态金属的微观结构部分，了解液态金属的性质、熔化时体积变化、熔化潜热、熔化熵。掌握相起伏、相起伏尺寸与过冷度、结晶潜热。纯金属凝固的热力学条件应掌握自由能（G）-温度（T）曲线、 $G_s < G_l$ 时 $\Delta G < 0$ 、单位体积自由能（ ΔG_v ）与过冷度（ ΔT ）的关系。形核部分的内容为均匀形核、形核时能量的变化、临界晶核、临界晶核半径与过冷度、临界过冷度、临界形核功与过冷度、均匀形核率。非均匀形核、临界晶核半径与过冷度、临界形核功与过冷度、均匀形核功与非均匀形核功的关系、浸润角、非均匀形核率。长大的内容为 S-L 界面原子迁移动力学、动态过冷度、固液界面的微观结构、粗糙界

面、光滑界面、界面形貌形成的条件、杰克逊因子、晶核长大机制、垂直长大、二维晶核长大、缺陷长大。纯金属凝固的生长形态应掌握 L-S 界面处的温度分布、正温度梯度、负温度梯度、垂直生长、平面状、台阶扩展生长、规则的几何外形、树枝状晶体。铸锭组织及其晶粒度，熟悉通过结晶过程获得细晶粒金属的主要途径，并能应用结晶过程基本理论说明铸锭组织的形成过程及改变铸锭组织的方法。

2. 考核要求

- (1) 结晶的条件必须要过冷，过冷度的概念，以及结晶的微观过程（形核和长大）
- (2) 结晶的驱动力和阻力，形核的基础
- (3) 液态金属的结构
- (4) 晶粒大小的控制（控制过冷度、变质处理、振动和搅拌）
- (5) 铸锭三晶区的形成原因

四、二元合金相图

1. 知识范围

相平衡与相平衡图的基本概念、相律；二元相图的基本类型，杠杆定律，相律在相图中的应用；了解三元合金相图。弄清楚组元、相、组织、相组成物、组织组成物等基本概念；掌握匀晶、共晶相图、包晶相图，并会分析典型合金的结晶过程，会用杠杆定律，熟知相图与性能的关系。

2. 考核要求

- (1) 相律和杠杆定律
- (2) 成分过冷的概念、成分过冷对晶体长大形状和铸锭组织的影响、晶内偏析及解决方法
- (3) 熟悉匀晶相图、共晶相图、共析相图

五、铁碳相图

1. 知识范围

Fe—Fe₃C 相图和典型合金的平衡结晶过程。掌握铁碳合金的基本相和组织，建立合金成分—组织—性能—用途之间的关系；能默绘 Fe—Fe₃C 相图，掌握其点、线、区的物理意义等。牢固地掌握铁碳相图会分析铁碳合金缓冷过程中的组织变化，能应用杠杆定律计算合金的组织组成物和相组成物的相对量。

2. 考核要求

- (1) 铁碳合金的组元及基本相
- (2) 铁碳相图分析
- (3) 铁碳合金的平衡结晶过程及组织
- (4) 含碳量对铁碳合金平衡组织和性能的影响
- (5) 钢中的杂质元素

六、金属及合金中的扩散

1. 知识范围

扩散的宏观定律，分析扩散的微观机理，给出固态扩散的实验规律和实际应用。内容为扩散方程，包括扩散第一方程、扩散第二方程、扩散第二方程的解及其应用举例；原子运动与扩散，包括扩散机理、扩散的激活能；了解反应扩散；影响扩散的因素包括温度、固溶体类型、晶体结构、合金元素。

2. 考核要求

- (1) 扩散机制、固态金属扩散的条件及分类
- (2) 影响扩散的因素

七、金属及合金的形变

1. 知识范围

应力-应变曲线、金属变形的三个阶段。金属的弹性变形：弹性变形的特点及弹性模量、弹性变形的微观解释。掌握单晶体的塑性变形：滑移及滑移系、滑移带、滑移面、滑移方向、滑移的临界分切应力、硬位向、软位向、取向因子、影响临界分切应力的因素、滑移时晶面及晶向的转动等。孪生及扭折：孪生变形、孪生变形的特点、扭折。弄清多晶体的塑性变形：多晶体的塑性变形的特点、不均匀变形、协调变形、晶界强化、位错塞积、多晶体屈服强度高于单晶体。金属塑性变形后的组织与性能：塑性变形对金属组织的影响、显微组织、形变织构、亚结构、塑性变形后金属性能的变化、加工硬化及其微观解释、择优取向、残余应力。

2. 考核要求

- (1) 金属及合金的基本塑性变形方式、滑移和孪生的概念
- (2) 三种常见金属的滑移系、面心立方结构和体心立方结构塑性好坏的比较
- (3) 多晶体的塑性变形的特点、细晶强化和加工硬化的机理

八、回复和再结晶

1. 知识范围

金属或合金形变后在加热过程中组织结构及性能的变化，即回复，再结晶及再结晶后的晶粒长大过程。掌握变形金属在加热过程中微观组织结构转变的基本规律，清楚回复及再结晶对金属组织与性能的影响，明确热加工的概念。

2. 考核要求

- (1) 形变金属与合金在退火过程中三个阶段组织及力学性能的变化
- (2) 再结晶、二次再结晶、热加工的定义

九、钢的热处理原理

1. 知识范围

钢的热处理原理。特别是结合铁碳相图选择钢的加热温度、运用C曲线确定过冷奥氏体

转变的组织 and 性能特征。掌握钢的热处理基本原理，结合 C 曲线，分析过冷奥氏体转变产物的组织和性能。

2. 考核要求

- (1) 普通热处理的分类
- (2) 珠光体、贝氏体、马氏体的分类及组织形态，它们分别属于哪类固态相变
- (3) 调质处理的定义、回火索氏体和索氏体的区别

河北省教育厅版权所有

III. 模拟试卷及参考答案

河北省普通高校专科升本科教育考试

金属学模拟试卷

(考试时间: 75 分钟)

(总分: 150 分)

说明: 请在答题纸的相应位置上作答, 在其它位置上作答的无效

一、填空题(本大题共 10 个空, 每空 4 分, 共 40 分。请在答题纸的相应位置上作答。)

- 1、 γ -Fe、 α -Fe 的一个晶胞内的原子数分别为_____和_____。
- 2、多晶体塑性变形的特点是_____、_____和相互协调性。
- 3、用光学显微镜观察, 上贝氏体的组织特征呈_____状, 而下贝体则呈_____状。
- 4、钢中的硫容易引起_____。
- 5、液态金属结晶时的阻力是_____，动力是_____。
- 6、固溶体的强度和硬度比溶剂的强度和硬度_____。

二、单项选择题(本大题共 10 小题, 每小题 4 分, 共 40 分。在每小题给出的四个备选项中, 选出一个正确的答案, 并将所选项前的字母填写在答题纸的相应位置上。)

- 1、晶格常数为 a 的体心立方晶体的原子半径可以表示为 ()。
A. $\frac{\sqrt{2}}{4}a$ B. $\frac{\sqrt{3}}{4}a$ C. $\frac{\sqrt{2}}{2}a$ D. $\frac{\sqrt{3}}{2}a$
- 2、在体心立方晶格中, 原子密度最大的晶面是 ()。
A. $\{100\}$ B. $\{110\}$ C. $\{111\}$ D. $\{010\}$
- 3、金属结晶时, 冷却速度越快, 其实际结晶温度将 ()。
A. 越高 B. 越低 C. 越接近理论结晶温度 D. 无法确定
- 4、冷变形时, 随着变形量的增加, 金属中的位错密度 ()。
A. 增加 B. 降低 C. 无变化 D. 先增加后降低
- 5、奥氏体向珠光体的转变是 ()。
A. 扩散型转变 B. 非扩散型转变 C. 半扩散型转变 D. 无法确定
- 6、45 钢为得到回火索氏体组织, 应进行 ()。
A. 淬火+低温回火 B. 等温淬火 C. 淬火+高温回火 D. 淬火+中温回火
- 7、钢的晶粒细化以后可以 ()。

- A. 提高强度 B. 提高硬度 C. 提高韧性 D. 既提高强度、硬度又提高韧性

8、奥氏体是（ ）。

- A. 碳在 γ -Fe 中的间隙固溶体 B. 碳在 α -Fe 中的间隙固溶体
C. 碳在 α -Fe 中的有限固溶体 D. 碳在 γ -Fe 中的间隙相

9、固溶体合金中 $k_0 < 1$ (k_0 指平衡分配系数) 时, 随着溶质含量的增加, 合金的熔点将()。

- A. 提高 B. 降低 C. 先降低后提高 D. 先提高后降低

10、T10 钢的含碳量为 ()。

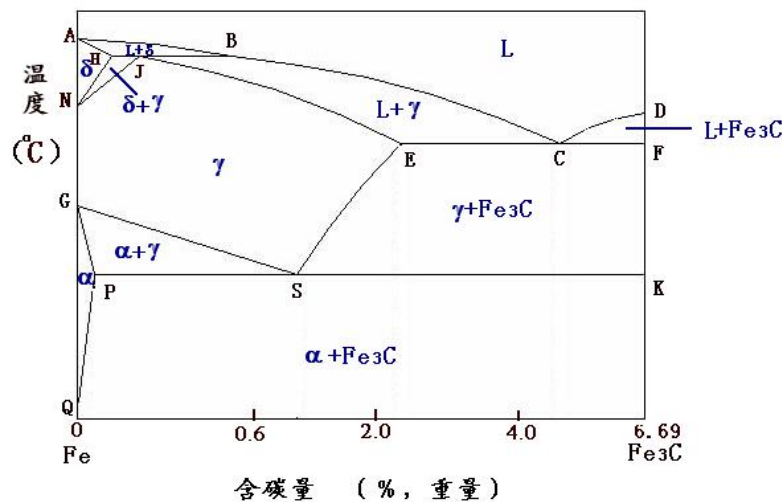
- A. 0.10% B. 1.0% C. 10% D. 0.01%

三、简答题 (本大题共 5 小题, 每小题 10 分, 共 50 分。请在答题纸的相应位置上作答。)

- 1、(以金属为基的) 固溶体与金属化合物在结构、键性、性能方面有什么差异?
- 2、影响扩散的主要因素有哪些?
- 3、碳可以溶入铁中而形成间隙固溶体, 试分析是 α -Fe 还是 γ -Fe 能溶入较多的碳, 为什么?
- 4、成分过冷对固溶体结晶时晶体长大方式和铸锭组织有何影响。
- 5、何谓“枝晶偏析”? 如何消除?

四、综合题 (本大题共 1 小题, 共 20 分。请在答题纸的相应位置上作答。)

图 1 为铁碳相图, (1) 标出相图中 S、P 点的温度及含碳量。(2) 分析 T12 钢从液态缓慢冷却到室温的相变过程并说明最终的室温组织; 根据杠杆定律, 计算各组织组成物的相对重量。



金属学参考答案

一、填空题（每空 4 分）

- 1、4； 2
- 2、不同时性； 不均匀性
- 3、羽毛； 针
- 4、热脆
- 5、表面能的增加； 体积自由能的降低
- 6、高

二、单项选择题（每题 4 分）

- 1、B 2、B 3、B 4、A 5、A 6、C 7、D 8、A 9、B 10、B

三、简答题（每题 10 分）

1、结构：固溶体保持溶剂的晶体结构，而金属化合物是组元之间形成了一种新相，新相的结构不同于其组元的结构；（4 分）

键性：固溶体是以金属键相结合，而金属化合物可能是以金属键或离子键或共价键相结合；（3 分）

性能：固溶体的强度、硬度比金属化合物的低，但塑性和韧性比一般化合物高得多。（3 分）

2、①温度 （2 分）

②晶体结构 （2 分）

③固溶体类型 （2 分）

④晶体缺陷 （2 分）

⑤化学成分的影响 （2 分）

3、 γ -Fe 能溶入较多的碳。（4 分）

原因：碳原子通常溶于八面体间隙中，面心立方晶格的八面体间隙半径和碳原子半径比较接近。而体心立方晶格的八面体间隙半径远小于碳的原子半径。（6 分）

4、①对晶体长大方式的影响：液固界面前端没发生成分过冷时，平面状生长；液固界面前端成分过冷很小时，形成胞状结构；液固界面前端成分过冷很大时，形成树枝状组织。（6 分）

②对铸锭组织的影响：液固界面前沿的成分过冷度越大，大于新晶核形成所需的过冷度时，就会在液固界面前沿的液相中产生新的晶核，阻碍柱状晶的成长。如果再添加有效的形核剂，就能得到发达的等轴晶。当液固界面前沿的成分过冷度小于新晶核形成所需的过冷度时，就会长成发达的柱状晶。（4 分）

5、①在一个晶粒内部化学成分不均匀的现象叫枝晶偏析。(5分)

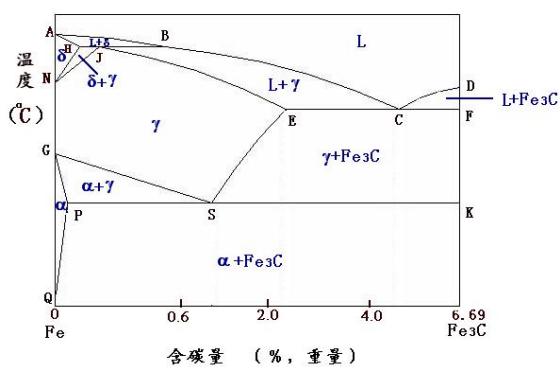
②消除方法：可用扩散退火或均匀化退火法（即在高温较长时间的加热和保温）消除掉。

(5分)

四、综合题 (20分)

(1) S点温度 727°C，含碳量 0.77% (4分)

P点温度 727°C，含碳量 0.0218% (4分)



(2)

T12 钢含碳量为 1.2%。

1 点以上为液相，液态合金缓慢冷却到 1 点开始结晶出 γ ，1~2 点之间为 L+ γ ，到达 2 点时，液态合金全部转变为 γ ，2~3 点之间为单相 γ 区，冷却到 3 点时开始从 γ 中析出 Fe₃C_{II}，沿 γ 晶界呈网状分布，到达 4 点时， γ 含碳量达到 0.77%，在 727°C 发生恒温转变形成 P。T12 钢的室温组织为 P+ Fe₃C_{II} (6分)

$$P = \frac{6.69 - 1.2}{6.69 - 0.77} \times 100\% = 92.74\% \quad (3 \text{分})$$

$$Fe_3C_{II} = 100\% - 92.74\% = 7.26\% \quad (3 \text{分})$$

第二部分：金属塑性变形原理

I. 课程简介

一、内容概述与要求

金属塑性变形原理是为招收材料成型及控制工程专业专科升本科学生而实施的入学考试课程。

金属塑性变形原理课程主要讲授金属产生塑性变形时在金属学和力学等方面所遵循的基础和规律。其目的在于科学地、系统地阐明这些基础和规律，为学习后续的工艺课程作理论准备，也为合理制订金属塑性成型工艺规范及选择、设计加工设备奠定理论基础。参加金属塑性变形原理的学生应掌握金属塑性力学的基础知识，即掌握金属塑性变形体内的应力场、应变场、应力—应变之间关系、塑性变形时的力学条件等塑性理论知识；掌握塑性成型问题的几种主要解法（包括解析和数值解法）；掌握金属塑性成型时的金属流动规律和变形特点，分析金属的基本成型工艺，以便确定合理的坯料尺寸和成型工序；掌握对成型质量进行定性分析及提高成型质量的方法；掌握金属塑性变形的物理基础，即掌握影响金属性能的主要因素及原理，掌握金属性能主要指标的测试方法等。

二、考试形式与试卷结构

考试采用闭卷、笔试形式，全卷满分为 150 分，考试时间为 75 分钟。

试卷包括填空题、选择题、问答题和解释现象题。填空题要求直接把答案写出；选择题是四选一型的单项选择题；问答题和解释现象题均应写出文字说明。

填空题和选择题分值合计为 80 分。其余类型题目分值合计为 70 分。

II. 知识要点与考核要求

一、金属塑性加工的力学和热力学条件

1. 知识范围

塑性加工中工件所受的外力、内力、应力、应力状态、应力图示、变形程度、变形图示、变形速度和金属塑性加工时的热力学条件。

2. 考核要求

- (1) 了解塑性加工中工件受到的外力，掌握内力和应力的概念。
- (2) 了解应力状态的概念，会确定金属具体变形过程中的应力图示。

(3) 掌握变形程度中描述变形过程的四种表示方法。

(4) 掌握三种变形图示，掌握变形速度的概念，了解锻压、轧制和挤压三种变形过程中的应变速率。

(5) 掌握金属塑性加工变形时的热力学条件。

二、金属塑性变形的物理本质

1. 知识范围

单晶体塑性变形机制，滑移、金属的晶体结构、孪生、多晶体塑性变形特点、多晶体的屈服和形变时效。

2. 考核要求

(1) 掌握滑移和孪生的区别。

(2) 掌握金属的三种常见晶格的主要滑移面、滑移方向和滑移系。

(3) 了解多晶体塑性变形的特点。

(4) 掌握屈服效应的的主要特点及产生原因，存在的钢种。

三、金属在塑性加工变形中组织性能的变化

1. 知识范围

在冷加工变形中组织性能的变化，晶粒被拉长、亚结构、变形织构、丝织构、板织构、金属性能的变化，热加工变形过程中组织性能的变化、动态回复、动态再结晶、静态回复、静态再结晶、亚动态再结晶。

2. 考核要求

(1) 掌握冷加工与热加工的纤维组织的异同。

(2) 掌握亚结构、变形织构的概念，典型面心立方金属和体心立方金属经拉拔后的具有的丝织构。

(3) 了解冷加工和热加工后金属性能的变化。

(4) 掌握动态回复、动态再结晶、静态回复、静态再结晶、亚动态再结晶的概念，亚动态再结晶的特点。

四、钢材组织性能的控制

1. 知识范围

强韧性能的控制、强韧性能的概念、强韧性能的影响因素、冲压性能的控制，影响冲压性能的因素、电磁性能控制，热强性能控制。

2. 考核要求

(1) 掌握强韧性的概念，衡量钢材强度的指标，为何晶粒愈细，钢材的强韧性能就愈好。

(2) 了解影响电磁性能的主要因素。

(3) 掌握对冲压用的低碳钢板材，具有{111}晶面与板面平行的织构冲压性能好。

(4) 了解影响热强性能的主要因素。

五、金属塑性变形的不均匀性

1. 知识范围

均匀变形、不均匀变形、研究变形分布的方法、基本应力、附加应力、残余应力、工作应力、变形及应力不均匀分布的原因、变形及应力不均匀分布所引起的后果、减小或消除残余应力的措施。

2. 考核要求

(1) 掌握研究变形分布的方法。

(2) 掌握基本应力、附加应力和工作应力之间的相互区别与联系。

(3) 会分析变形及应力不均匀分布产生的一些现象。

(4) 掌握变形及应力不均匀分布的后果。

(5) 掌握减小或消除残余应力的措施。

六、金属在加工变形中的断裂

1. 知识范围

金属断裂的物理本质、脆性断裂、延性断裂、解理面、穿晶断裂、晶间断裂；2) 金属在塑性变形过程中的典型断裂现象。

2. 考核要求

(1) 了解断裂的分类，会根据断口形貌确定断裂类型。

(2) 会分析金属在塑性变形过程中出现的一些断裂现象。比如当用平锤头将一根圆坯锻压成方形时，发现在方件的横断面上产生横裂。

七、金属的塑性

1. 知识范围

塑性、金属塑性的测定方法、影响塑性的主要因素、提高塑性的主要途径，金属的超塑性、超塑性的种类、

2. 考核要求

(1) 掌握塑性的概念，金属塑性的测定方法。

- (2) 掌握各因素对塑性的影响。
- (3) 掌握提高塑性的主要途径。
- (4) 掌握超塑性的种类，了解细晶超塑性的特征、细晶超塑性变形的机制和超塑性在金属加工方面的应用。

八、金属塑性变形抗力

1. 知识范围

金属塑性变形抗力及测定方法、影响塑性变形抗力的主要因素。

2. 考核要求

- (1) 掌握金属塑性变形抗力的概念、测定方法。
- (2) 掌握各因素对变形抗力的影响。

九、应力应变状态分析

1. 知识范围

应力、应力状态与应力张量、主应力、应力张量常量、球应力分量、偏差应力分量、八面体应力；应变、应变张量与应变张量的分解、几何方程、应变增量与应变速度；力平衡微分方程、屈服条件、塑性应力与应变的关系、等效应力与等效应变、平面变形与轴对称变形力学方程。

2. 考核要求

- (1) 掌握一点处应力状态的各种分析方法和表示方法，常用公式。
- (2) 理解球应力分量和偏差应力分量在金属变形过程中起的作用。
- (3) 了解力平衡方程的推导过程。
- (4) 掌握两个屈服条件方程，塑性变形时应力与应变的关系方程。
- (5) 了解等效应力与等效应变方程。
- (6) 掌握平面变形的几何方程，应力关系。

十、工程法及其应用

1. 知识范围

工程法、近似工程法计算平砧锻造、圆盘压缩、变形功。

2. 考核要求

- (1) 能够运用近似工程法解决平面变形和轴对称的塑性变形过程。
- (2) 了解圆盘压缩时工程法和近似工程法的推导过程。

十一、滑移线场理论及其应用

1. 知识范围

滑移线、滑移线场、Hencky 应力方程、滑移线场的几何性质、应力边界条件、滑移线场的几何作图、极限载荷问题及举例、速度方程与速度场。

2. 考核要求

- (1) 掌握滑移线的概念，会确定滑移线场中的滑移线。
- (2) 掌握 Hencky 应力方程的用法。
- (3) 掌握滑移线的几何性质，四种应力边界条件的特点。
- (4) 会利用滑移线理论计算平冲头压入半无限体的极限载荷。

十二、上、下界定理及其应用

1. 知识范围

虚位移原理、最大塑性功原理、下界定理、上界定理、上界定理的应用。

2. 考核要求

- (1) 掌握虚位移原理、最大塑性功原理、下界定理和上界定理概念及其表达式。
- (2) 了解上界定理的应用。

III. 模拟试卷及参考答案

河北省普通高校专科升本科教育考试

金属塑性变形原理模拟试卷

(考试时间: 75 分钟)

(总分: 150 分)

说明: 请在答题纸的相应位置上作答, 在其它位置上作答的无效。

一、填空题(本大题共 10 个空, 每空 3 分, 共 30 分。请在答题纸的相应位置上作答。)

1. 变形程度对时间的变化率为_____, 和主轴方向一致的变形称为_____。
2. _____、_____和_____共同构成了金属塑性加工变形时的热力学条件。
3. 随着晶粒尺寸的减小, 金属的屈服极限_____, 脆性转变温度_____。
4. 物体变形过程中, 引起体积变化的应力分量称为_____, 引起形状变化的应力分量称为_____。
5. _____是指在平面塑性流动区内, 通过各点其值等于屈服切应力 k 的最大切应力面与流动平面的交线。

二、单项选择题(本大题共 10 小题, 每小题 5 分, 共 50 分。在每小题给出的四个备选项中, 选出一个正确的答案, 并将所选项前的字母填涂在答题纸的相应位置上。)

1. 拉拔过程的应力图示为()。
A. 三向拉应力 B. 三向压应力 C. 一向压和两向拉 D. 一向拉和两向压
2. 下列金属中具有体心立方结构的是()。
A. 铜 B. 铝 C. 锌 D. 铬
3. 具有面心立方晶格的金属具有()个滑移面。
A. 3 B. 4 C. 6 D. 12
4. ()是由于外力作用所引起的应力。
A. 工作应力 B. 基本应力 C. 附加应力 D. 残余应力
5. 下列选项中不属于变形及应力不均匀分布的后果的是()
A. 使单位变形抗力减小 B. 使塑性降低 C. 使产品质量降低 D. 使技术操作复杂
6. 形变时效是()或氮原子向位错中扩散而形成了柯氏气团所引起的现象。
A. 硫 B. 碳 C. 磷 D. 氢

7. 主平面上作用的应力称为（ ）。
- A. 正应力 B. 切应力 C. 主应力 D. 临界切应力
8. 下列选项中不属于金属的变形抗力指标的是（ ）。
- A. 比例极限 B. 屈服极限 C. 硬度 D. 延伸率
9. （ ）是指在加工过程中进行晶粒形核、长大的再结晶过程。
- A. 静态再结晶 B. 静态回复 C. 亚动态再结晶 D. 动态再结晶
10. 金、银、铜、镍等经较大变形程度的拉拔后，所获得的织构为（ ）。
- A. $\langle 111 \rangle$ 和 $\langle 110 \rangle$ B. $\langle 111 \rangle$ 和 $\langle 100 \rangle$ C. $\langle 100 \rangle$ 和 $\langle 110 \rangle$ D. $\langle 101 \rangle$ 和 $\langle 111 \rangle$

三、问答题（本大题共 5 小题，每小题 10 分，共 50 分。请在答题纸的相应位置上作答。）

1. 三种常见晶格的主要滑移面、滑移方向和滑移系各为多少？
2. 动态再结晶、静态再结晶、亚动态再结晶的有何异同？
3. 写出平面变形时应变与位移关系的几何方程。
4. 某条 α 滑移线为直线，沿此滑移线方向各点的速度分量是否为常数？为什么？
5. 写出上界定理的数学表达式，并简述其中各项的物理意义。

四、解释现象（本大题共 2 小题，每小题 10 分，共 20 分。请在答题纸的相应位置上作答。）

1. 轧件在辊缝中轧出后，向某侧弯曲——出现镰刀弯，如图 1 所示。

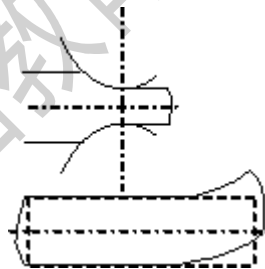


图 1

2. 当用平锤头将一根圆坯锻压成方形件时，发现在方件的横断面上产生了横裂（如图 2 所示），试解释这种现象？

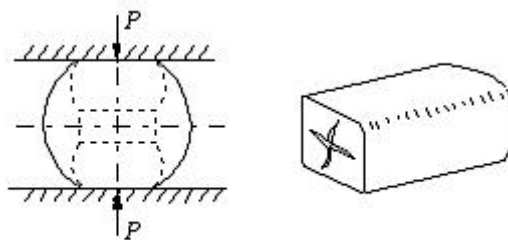


图 2

金属塑性变形原理参考答案

一、填空题（共 30 分，每空 3 分）

1. 变形速度、主应变（或主变形）。
2. 变形程度、变形温度、变形速度。
3. 升高、下降。
4. 球应力分量、偏应力分量。
5. 滑移线。

二、单项选择题（共 50 分，每小题 5 分。在每小题给出的四个备选项中，选出一个正确的答案，并将所选项前的字母填涂在答题纸的相应位置上）

1. D 2. D 3. B 4. B 5. A 6. B 7. C 8. D 9. D 10. B

三、问答题（共 50 分，每小题 10 分）

1. 三种常见晶格的主要滑移面、滑移方向和滑移系各为多少？

答：面心立方晶格：滑移面 $\{111\} \times 4$ ，滑移方向 $\langle 110 \rangle \times 3$ ，滑移系 12 个。

体心立方晶格：滑移面 $\{110\} \times 6$ ，滑移方向 $\langle 111 \rangle \times 2$ ，滑移系 12 个。

密排六方晶格：滑移面 $\{1000\} \times 1$ ，滑移方向 $\langle 1120 \rangle \times 3$ ，滑移系 3 个。（错 1 点减 1 分，全对给 10 分）

2. 动态再结晶、静态再结晶、亚动态再结晶的有何异同？

答：动态再结晶指在加工过程中进行晶粒形核、长大的再结晶过程。（3 分）静态再结晶指道次间隙或加工变形后发生的晶粒形核和长大的再结晶过程。（3 分）亚动态再结晶指在变形刚刚停止时，动态再结晶产生的晶核及未来得及完全长大的晶粒，由于温度较高而继续长大的再结晶过程。（4 分）

3. 写出平面变形时应变与位移关系的几何方程。

答： $\varepsilon_x = \frac{\partial u_x}{\partial x}$ （3 分）， $\varepsilon_y = \frac{\partial u_y}{\partial y}$ （3 分）， $\varepsilon_{xy} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_y}{\partial x} + \frac{\partial u_x}{\partial y} \right)$ （4 分）。

4. 某条滑移线为直线，沿此滑移线方向各点的速度分量是否为常数？为什么？

答：根据 Geiringer 速度方程：

$$\text{沿 } \alpha \text{ 线: } dv_\alpha - v_\beta d\phi = 0 \quad (5 \text{ 分})$$

若 α 线为直线，则 $d\phi = 0$ ，有 $dv_\alpha = 0$ ，所以 v_α 沿 α 线是不变的。也就是沿此滑移线方向各点速度分量为常数。（5 分）

5. 写出上界定理的数学表达式，并简述其中各项的物理意义。

答：
$$\int_{F_v} p_i v_i dF \leq \int_V \sigma_{ij}^* \varepsilon_{ij}^* dV + \sum \int_{F_d} k |\Delta v^*| dF - \int_{F_p} p_i v_i^* dF \quad (5 \text{分})$$

不等式左边为主动力功率，（1分）右边第一项为内部塑性变形功率，（1分）第二项为内部剪切功率，（1分）第三项为摩擦功率，（1分）第四项为附加外力功率（1分）

四、解释现象（共 20 分，每小题 10 分）

1. 轧件在辊缝中轧出后，向某侧弯曲——出现镰刀弯，如图 1 所示。

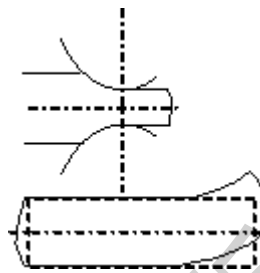


图 1

答：由于轧辊辊缝不平，或坯料厚度不均，则在轧制时，辊缝小或坯料厚的一侧变形大，产生附加压应力，（5分）另一侧变形小，产生附加拉应力，正是这种强迫的“拉齐”作用，使轧件弯向变形小的一侧。（5分）

2. 当用平锤头将一根圆坯锻压成方形件时，发现在方件的横断面上产生了横裂（如图 2 所示），试解释这种现象？

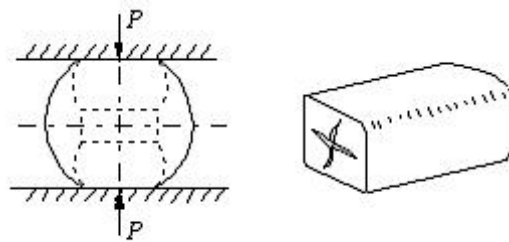


图 2

答：用平锤头锻压圆坯时，由于两侧的圆弧面起到外端的作用，使双鼓形的变形得到抑制。（3分）由于变形的不深透，表层受到附加压应力，而心部变形小受到附加拉应力，当达到一定程度，就会使心部拉裂。（4分）当翻转 90°锻造时，就会在原有裂纹的垂直方向形成裂纹，即形成十字横裂。（3分）