

**湖南省高等教育自学考试**  
**课程考试大纲**

**金属塑性变形理论**

(课程代码: 12117)

湖南省教育考试院组编  
2016年12月

# 高等教育自学考试课程考试大纲

课程名称：金属塑性变形理论

课程代码：12117

## 第一部分 课程性质与目标

### 一、课程性质与特点

金属塑性变形理论是高等教育自学考试冶金工程(本科)专业的选考课程。它是研究现代金属压力加工在各种塑性成形过程中所遵循的变化规律，研究金属在一定外力作用下使金属产生塑性变形，研究塑性变形工艺参数对金属组织结构和力学性能影响规律的专业理论课程。

### 二、课程目标与基本要求

本课程的目标是：通过本课程的学习，掌握金属塑性变形的物理本质、塑性变形与金属组织性能的关系。掌握金属塑性变形所遵循的基本规律以及影响金属塑性和变形抗力的因素，发现提高金属塑性，降低变形抗力的最佳措施。熟悉常用工程材料及成形工艺的基础知识。熟悉变形、力能工程算法以及这些参数的理论模型的建立，并为学习其他有关课程和从事生产技术工作奠定必要的基础。

本课程基本要求如下：

1. 掌握塑性变形时金属流动和变形分布的基本规律，分析影响金属塑性和变形抗力的各种因素，寻求最优的加工条件，获得尺寸精度高、性能优良的产品。
2. 掌握轧制过程的基本概念、金属在轧制过程中的变形规律，连轧过程、轧制时的弹塑性曲线等基础理论。
3. 理解塑性变形中变形物体内部应力及变形分布的规律，理解变形力、变形功的主要计算方法。
4. 理解材料科学及有关成形技术的基础理论，理解材料成分、组织结构、加工工艺、性能之间关系及规律。
5. 熟识常用成形工艺方法及各自的工艺特点，根据生产的产品正确选择成形工艺。
6. 熟识金属塑性成形过程中的摩擦与润滑，以便正确选用塑性成形时的摩擦定律来计算变形力和变形功，采用合理的润滑剂改善塑性加工条件，达到高产低消耗的目的。

### 三、与本专业其他课程的关系

学习本课程前，考生应具有机械制图、材料力学和材料科学基础知识，课前有金工实习和金属加工厂认识实习，以便考生更好地掌握本课程的基础知识。

## 第二部分 考核内容与考核目标

### 绪论

#### 一、学习目的与要求

通过本章学习，识记金属压力加工概念、金属塑性成形方法的分类、金属塑性成形主要优点，理解接受力和变形方式分类及其加工特点。

#### 二、考核知识点与考核目标

##### (一) 金属塑性成形方法的分类（重点）

识记：金属塑性成形方法按温度特征分类及概念

理解：金属塑性成形方法接受力和变形方式分类及概念

##### (二) 金属塑性成形技术的作用（次重点）

识记：金属压力加工概念、金属塑性成形主要优点

##### (三) 金属塑性变形与轧制原理的基本内容（一般）

识记：了解金属塑性变形与轧制原理的基本内容

## 第一章 应力及变形理论

#### 一、学习目的与要求

通过本章学习，识记、外力、内力、应力、主应力、最大剪应力、球应力分量、偏差应力分量概念；理解应力平衡微分方程、应力与应变的关系；应用屈服方程判断金属是否产生塑性变形。分析各种加工的主应力图示和主应变图示。

#### 二、考核知识点与考核目标

##### (一) 主应力和应力不变量、屈服条件、应力平衡微分方程、应力与应变的关系（重点）

识记：主应力、应力不变量、球应力分量与偏差应力分量

理解：九种主应力图示、三种主应变图示、应力平衡微分方程、应力与应变的关系

应用：锻造、轧制、挤压和拉拔的主应力图示和主应变图示，屈雷斯加屈服条件和米塞斯屈服条件并能利用其判断金属是否产生塑性变形

##### (二) 外力、内力、应力、直角坐标系中一点的应力状态、斜面上的应力（次重点）

识记：外力、内力、应力

理解：直角坐标系中一点的应力状态

应用：斜面上的应力

##### (三) 主剪应力和最大剪应力、八面体应力、变形与位移的关系方程（一般）

识记：主剪应力和最大剪应力

理解：变形与位移的关系方程

## 第二章 金属塑性变形流动规律

### 一、学习目的与要求

通过本章学习，识记金属塑性变形时的体积不变定律、金属流动最小阻力定律；理解变形及应力不均匀分布的原因和后果；应用体积不变定律进行计算。

### 二、考核知识点与考核目标

- (一) 金属塑性变形时的体积不变定律、金属流动时最小阻力定律（重点）
  - 识记：体积不变定律、金属流动最小阻力定律概念
  - 理解：金属流动及最小阻力定律分析金属变形时的流动规律
  - 应用：金属塑性变形时的体积不变定律计算绝对变形量、相对变形量、延伸系数、宽度系数、压下系数
- (二) 变形及应力不均匀分布的原因和后果、残余应力（次重点）
  - 识记：均匀变形、和不均匀变形、基本应力、附加应力、残余应力
  - 理解：变形及应力不均匀分布的原因和后果
- (三) 变形及应力的实验分析（一般）
  - 识记：变形及应力的实验分析方法

## 第三章 金属的塑性和变形抗力

### 一、学习目的与要求

通过本章学习，识记塑性、变形抗力、塑性图的概念、延伸率和断面收缩率的计算。理解影响金属变形抗力的因素和影响金属塑性的因素。

### 二、考核知识点与考核目标

- (一) 影响金属变形抗力的因素、影响金属塑性的因素（重点）
  - 理解：1. 影响金属变形抗力的因素及各因素的主要内容
  - 2. 影响金属塑性的因素及各因素的主要内容
- (二) 塑性和变形抗力的概念（次重点）
  - 识记：塑性、变形抗力、塑性图的概念、延伸率和断面收缩率的计算

## 第四章 金属塑性成形过程摩擦与润滑

### 一、学习目的与要求

通过本章学习，识记金属加工过程外摩擦的定义及特点，金属塑性成形时摩擦的分类及概念。

### 二、考核知识点与考核目标

- (一) 金属塑性成形时摩擦的分类及概念，影响外摩擦系数的主要因素（重点）
  - 识记：金属塑性成形时摩擦的分类及概念
  - 理解：影响外摩擦系数的主要因素
- (二) 金属塑性成形时外摩擦（次重点）

识记：外摩擦的定义及特点

理解：库仑定律

(三) 摩擦系数的确定方法、塑性成形时的润滑（一般）

识记：摩擦系数的确定方法、塑性成形时的润滑

## 第五章 变形力和变形功

本章内容不作考核要求。

## 第六章 轧制过程的基本概念

### 一、学习目的与要求

通过本章学习，识记变形区的主要参数、咬入条件，理解压下量的计算公式、最大压下量计算公式、咬入角计算公式、变形区长度计算公式、延伸系数计算公式，应用压下量的计算公式、最大压下量计算公式、咬入角计算公式、变形区长度计算公式、延伸系数计算公式计算。利用咬入条件判断在一定的条件下是否能够咬入。

### 二、考核知识点与考核目标

(一) 变形区及其参数、咬入条件与稳定轧制过程（重点）

识记：变形区的主要参数、咬入条件

应用：压下量的计算公式、最大压下量计算公式、咬入角计算公式、变形区长度计算公式、延伸系数计算公式计算。利用咬入条件判断在一定的条件下是否能够咬入。实现咬入的措施

(二) 轧制时变形温度的确定、轧制时变形抗力的确定、轧制时金属的不均匀变形（次重点）

识记：轧制时变形温度的确定

理解：轧制时变形抗力的确定

应用：轧制时金属的不均匀变形

(三) 金属在变形区内各不同横断面上的流动速度、轧制时平均变形速度及平均变形程度的确定（一般）

识记：金属在变形区内各不同横断面上的流动速度

理解：轧制时平均变形速度及平均变形程度的确定

## 第七章 轧制过程中金属的横变形——宽展

### 一、学习目的与要求

通过本章学习，识记宽展的概念，绝对宽展量和相对宽展量计算，宽展的组成和种类，宽展在横向上的分布理论。理解各种轧制因素对宽展的影响规律。应用宽展的计算。

### 二、考核知识点与考核目标

- (一) 各种轧制因素对宽展的影响 (重点)
  - 识记: 宽展的概念
  - 理解: 各种轧制因素对宽展的影响规律
  - 应用: 在知道轧件轧前、轧后尺寸的条件下计算绝对宽展量和相对宽展量
- (二) 宽展的组成和种类、宽展的计算 (次重点)
  - 识记: 宽展的组成和种类, 宽展在横向上的分布理论
  - 应用: 宽展计算的各种理论公式
- (三) 型钢轧制时孔型中宽展的计算 (一般)
  - 理解: 型钢轧制时孔型中宽展的计算

## 第八章 轧制过程中金属的纵变形——前滑与后滑

### 一、学习目的与要求

通过本章学习, 识记轧制时的前滑与后滑的概念, 实现连轧的条件有秒流量相等和张力求恒定。理解影响前滑值的因素有哪些, 利用秒流量相等计算轧制的工艺参数。应用前滑值的计算对轧制过程的前滑值进行计算中性角的确定。

### 二、考核知识点与考核目标

- (一) 轧制时的前滑与后滑的概念, 前滑值的计算 (重点)
  - 识记: 轧制时的前滑与后滑的概念
  - 理解: 影响前滑值的因素
  - 应用: 前滑值的计算, 对轧制过程的前滑值进行计算, 中性角的确定
- (二) 连续轧制中的前滑及有关工艺参数的确定 (次重点)
  - 识记: 实现连轧的条件有秒流量相等和张力求恒定
  - 理解: 利用秒流量相等计算轧制的工艺参数

## 第九章 轧制单位压力的计算

### 一、学习目的与要求

通过本章学习, 识记轧制压力的概念, 理解轧制压力的计算, 影响单位压力的主要因素对其产生怎么样的影响, 应用采利柯夫单位压力公式和西姆斯单位压力公式。

### 二、考核知识点与考核目标

- (一) 轧制压力的概念, 采利柯夫单位压力公式, 西姆斯单位压力公式 (重点)
  - 识记: 轧制压力的概念
  - 理解: 轧制压力的计算, 影响单位压力的主要因素, 对其产生的影响
  - 应用: 采利柯夫单位压力公式, 西姆斯单位压力公式
- (二) 计算轧制单位压力的理论卡尔曼单位压力微分方程式、奥罗万单位压力微分方程式 (次重点)
  - 理解: 计算轧制单位压力的理论、卡尔曼单位压力微分方程式、奥罗万单位压力微分方程式

(三) 混合摩擦的轧制单位压力公式（一般）

识记：混合摩擦的轧制单位压力公式

## 第十章 轧制压力的计算

### 一、学习目的与要求

通过本章学习，识记采利柯夫单位压力公式、西姆斯单位压力公式、斯通公式适用哪种轧制状态。理解接触面积的确定、计算平均单位压力公式，通过对公式的理解说明为何采用小辊径轧制可以降低轧制压力的原理。应用采利柯夫公式、西姆斯公式对轧制压力进行计算。

### 二、考核知识点与考核目标

(一) 接触面积的确定、计算平均单位压力（重点）

理解：接触面积的确定、计算平均单位压力公式，通过对公式的理解说明为何采用小辊径轧制可以降低轧制压力的原理

应用：采利柯夫公式、西姆斯公式

(二) 斯通公式（次重点）

识记：斯通公式的适用的轧制状态

理解：采利柯夫公式、西姆斯公式

(三) 其他轧制压力公式（一般）

识记：爱克伦得公式、志田公式

## 第十一章 轧机传动力矩及功率

### 一、学习目的与要求

通过本章学习，识记轧制力矩的概念。理解电动机传动轧辊所需力矩的组成及计算、轧制功率的计算、电机负荷图、电动机容量的选择和校核。应用轧制力矩公式计算。

### 二、考核知识点与考核目标

(一) 轧制力矩、电动机传动轧辊所需力矩和功率（重点）

识记：轧制力矩的概念

理解：电动机传动轧辊所需力矩的组成及计算、轧制功率的计算

应用：轧制力矩的计算

(二) 简单轧制条件下总压力的方向及力矩的确定、电机负荷图（次重点）

识记：简单轧制条件下总压力的方向及力矩的确定，电机负荷图、电动机容量的选择和校核

理解：理解速度图、静负荷图

(三) 单辊驱动、轧辊直径不同、有前后张力作用、四辊轧机轧辊上总压力方向及力矩（一般）

识记：单辊驱动、轧辊直径不同、有前后张力作用、四辊轧机轧辊上总压力方向及力矩

## 第十二章 轧制时的弹塑性曲线

### 一、学习目的与要求

通过本章学习，识记轧件的塑性曲线、轧制时的弹塑性曲线概念，轧机弹性曲线概念理解各种因素对轧件塑性变形曲线的影响规律。

### 二、考核知识点与考核目标

#### (一) 轧件的塑性曲线、轧制时的弹塑性曲线（重点）

识记：轧件的塑性曲线、轧制时的弹塑性曲线概念

理解：各种因素对轧件塑性变形曲线的影响规律

应用：轧制时的弹塑性曲线分析

#### (二) 轧机弹性曲线和弹跳方程（次重点）

识记：轧机弹性曲线概念

理解：弹跳方程、刚度系数的测量方法

## 第三部分 有关说明与实施要求

### 一、考核的能力层次表述

本大纲在考核目标中，按照“识记”、“理解”、“应用”三个能力层次规定其应达到的能力层次要求。各能力层次为递进等级关系，后者必须建立在前者的基础上，其含义是：

识记：能知道有关的名词、概念、知识的含义，并能正确认识和表述，是低层次的要求。

理解：在识记的基础上，能全面把握基本概念、基本原理、基本方法，能掌握有关概念、原理、方法的区别与联系，是较高层次的要求。

应用：在理解的基础上，能运用基本概念、基本原理、基本方法联系学过的多个知识点分析和解决有关的理论问题和实际问题，是最高层次的要求。

### 二、教材

#### 1. 指定教材：

金属塑性变形与轧制原理，吕立华，化学工业出版社，2007年版

#### 2. 参考教材：

金属塑性成形理论，徐春、张驰、阳辉，冶金工业出版社，2009年版

金属塑性变形与轧制理论，赵志业，冶金工业出版社，1996年版

### 三、自学方法指导

1. 在开始阅读指定教材某一章之前，先翻阅大纲中有关这一章的考核知识点及对知识点的能力层次要求和考核目标，以便在阅读教材时做到心中有数，有的放矢。

2. 阅读教材时，要逐段细读，逐句推敲，集中精力，吃透每一个知识点，对基本概念必须深刻理解，对基本理论必须彻底弄清，对基本方法必须牢固掌握。

3. 在自学过程中，既要思考问题，也要做好阅读笔记，把教材中的基本概念、原理、方法等加以整理，这可从中加深对问题的认知、理解和记忆，以利于突出重点，并涵盖整个内容，可以不断提高自学能力。
4. 完成书后作业和适当的辅导练习是理解、消化和巩固所学知识，培养分析问题、解决问题及提高能力的重要环节，在做练习之前，应认真阅读教材，按考核目标所要求的不同层次，掌握教材内容，在练习过程中对所学知识进行合理的回顾与发挥，注重理论联系实际和具体问题具体分析，解题时应注意培养逻辑性，针对问题围绕相关知识点进行层次（步骤）分明的论述或推导，明确各层次（步骤）间的逻辑关系。

#### 四、对社会助学的要求

1. 应熟知考试大纲对课程提出的总要求和各章的知识点。
2. 应掌握各知识点要求达到的能力层次，并深刻理解对各知识点的考核目标。
3. 辅导时，应以考试大纲为依据，指定的教材为基础，不要随意增删内容，以免与大纲脱节。
4. 辅导时，应对学习方法进行指导，宜提倡“认真阅读教材，刻苦钻研教材，主动争取帮助，依靠自己学通”的方法。
5. 辅导时，要注意突出重点，对考生提出的问题，不要有问即答，要积极启发引导。
6. 注意对考生能力的培养，特别是自学能力的培养，要引导考生逐步学会独立学习，在自学过程中善于提出问题，分析问题，做出判断，解决问题。
7. 要使考生了解试题的难易与能力层次高低两者不完全是一回事，在各个能力层次中会存在着不同难度的试题。
8. 助学学时：本课程共 6 学分，建议总课时 108 学时，其中助学课时分配如下：

| 章 次  | 内 容                | 学 时 |
|------|--------------------|-----|
|      | 绪论                 | 4   |
| 第一章  | 应力及变形理论            | 12  |
| 第二章  | 金属塑性变形流动规律         | 8   |
| 第三章  | 金属的塑性和变形抗力         | 10  |
| 第四章  | 金属塑性成形过程摩擦与润滑      | 6   |
| 第五章  | 变形力和变形功（不作考核要求）    | 0   |
| 第六章  | 轧制过程的基本概念          | 10  |
| 第七章  | 轧制过程中金属的横变形——宽展    | 10  |
| 第八章  | 轧制过程中金属的纵变形——前滑与后滑 | 10  |
| 第九章  | 轧制单位压力的计算          | 10  |
| 第十章  | 轧制压力的计算            | 10  |
| 第十一章 | 轧机传动力矩及功率          | 10  |
| 第十二章 | 轧制时的弹塑性曲线          | 8   |
| 合 计  |                    | 108 |

## 五、关于命题考试的若干规定

1. 本大纲各章所提到的内容和考核目标都是考试内容。试题覆盖到章，适当突出重点。
2. 试卷中对不同能力层次的试题比例大致是：“识记”为 52%、“理解”为 28%、“应用”为 20%。
3. 试题难易程度应合理：易、较易、较难、难比例为 2：3：3：2。
4. 每份试卷中，各类考核点所占比例约为：重点占 60%，次重点占 30%，一般占 10%。
5. 试题类型一般分为：单项选择题、填空题、名词解释题、简答题、分析题、计算题。
6. 考试采用闭卷笔试，考试时间 150 分钟，采用百分制评分，60 分合格。

## 六、题型示例（样题）

### 一、单项选择题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

在每小题列出的四个备选项中只有一个是符合题目要求的，请将其选出并将“答题卷”上的相应字母涂黑。错涂、多涂或未涂均无分。

1. 热轧中厚板的应力状态是  
A. 二向压应力一向拉应力                      B. 一向压应力二向拉应力  
C. 三向压应力                                      D. 二向压应力
2. 轧制时摩擦系数增加对轧件咬入的影响是  
A. 不利于咬入              B. 没有影响              C. 有利于咬入              D. 以上都不对
3. 在钢中含碳量越高对钢强韧性的影响是  
A. 碳含量越高变形抗力越高                      B. 碳含量越高变形抗力越低  
C. 碳含量对变形抗力没有影响                      D. 不能确定

### 二、填空题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

1. 轧制力矩是由\_\_\_\_\_决定的。
2. 相对压下量增加时，\_\_\_\_\_使前滑值后滑值。

### 三、名词解释题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

1. 外力
2. 金属塑性成形

### 四、简答题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

1. 为什么变形温度降低轧制压力增加？
2. 为什么增大轧辊辊径会增大轧制力？

### 五、分析题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

1. 分析轧制过程中压下量、摩擦系数等对宽展的影响规律。

### 六、计算题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

1. 对钢金属进行拉拔加工时，变形区某点的主应力状态为-100、-100 和 150MPa，材料的屈服强度为 200MPa，计算平均应力和偏差应力，画出主应力图示和主变形图示。
2. 在  $D=650\text{mm}$ 、轧辊材质为铸钢的轧机上轧制低碳钢板，轧制温度为  $1050^\circ\text{C}$ ，轧件尺寸  $H\times B=100\times 1700\text{mm}$ ， $h=80\text{mm}$ ，平均单位压力为  $140\text{N/mm}^2$  求轧制压力。和轧制力矩。