

湖南省高等教育自学考试  
课程考试大纲

冶金传输原理

(课程代码: 05670)

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：冶金传输原理

课程代码：05670

## 第一部分 课程性质与目标

### 一、课程性质与特点

冶金传输原理是高等教育自学考试冶金工程（本科）专业的专业核心课程。它是一门运用数学方法探讨流体流动过程、传热过程以及传质过程即“三传”的一般规律的学科，主要由动量传输、热量传输、质量传输三部分组成。重点介绍“三传”的基本概念、基本定理、定律及其基本分析方法和在冶金、材料加工中的应用。本课程理论严谨、逻辑性强，需要运用数学分析方法、结合物理、化学知识来进行速度场、温度场、浓度场的分析，同时和工程实际有较强的联系。通过本课程的学习，应使考生掌握“三传”的基本理论、分析解决问题的基本方法。为后续课程的学习打下厚实的热工理论基础；并提高分析问题和解决问题的能力；树立理论联系实际的科学作风。

### 二、课程目标与基本要求

冶金传输原理是冶金工程专业的专业基础课。通过本课程的学习，要求掌握动量传输、热量传输、质量传输的基本概念、基本理论和基本规律；熟悉动量传输、热量传输、质量传输之间的相似性，采用理论联系实际、三种传递过程类比对照的方法综合理解、分析三种传输现象；了解动量传输、热量传输、质量传输的基本理论和基本规律在实际工程中的具体应用。

培养考生定性分析、定量分析、仿真实验以及初步联系工程实际等方面的综合技能。

### 三、与本专业其他课程的关系

冶金传输原理是冶金工程（本科）专业的专业核心课程，先修课程：普通化学，高等数学，物理化学等；其后续课程为冶金原理、化工原理、粉末冶金原理、材料科学基础、环境科学基础等。冶金传输原理中出现的概念和理论，在后续专业课程中进一步深入完善。

## 第二部分 考核内容与考核目标

### 第一章 动量传输的基本概念

#### 一、学习目的与要求

掌握流体的概念及连续介质模型、流体的主要物理性质，了解可压缩与不可压缩流体、理想与实际流体、牛顿与非牛顿等流体模型，熟练应用牛顿粘性定律分析流体流动时的粘性力、粘性动量分布。

#### 二、考核知识点与考核目标

- (一) 流体的概念及连续介质模型、流体的黏性及黏性力、牛顿黏性定律（重点）
  - 识记：流体的概念及连续介质模型
  - 理解：流体的黏性及黏性力
  - 应用：牛顿黏性定律的应用
- (二) 黏性动量传输及黏性动量通量、作用力、能量及动量之间的关系（次重点）
  - 识记：流体上的作用力
  - 理解：黏性动量传输及黏性动量通量
  - 应用：作用力、能量及动量之间的关系及其应用
- (三) 流体的密度、重度及比体积（一般）
  - 识记：流体的压缩性及膨胀性
  - 理解：可压缩流体和不可压缩流体
  - 应用：常用流体的密度、重度的计算

## 第二章 动量传输的基本定律

### 一、学习目的与要求

掌握流体流动的基本特性、流体的质量平衡方程——连续性方程、流体机械能平衡方程——伯努利（Bernoulli）方程、流体静压力平衡方程，了解黏性流体的动量平衡方程——纳维—斯托克斯（Navier-Stokes）方程、理想流体的动量平衡方程——欧拉（Eular）方程的推导和各项参数的含义；熟练利用连续性方程、伯努利（Bernoulli）方程、流体静压力平衡方程计算相关流体流动问题。

### 二、考核知识点与考核目标

- (一) 流体流动的基本特性、流体的质量平衡方程——连续性方程、流体机械能平衡方程——伯努利（Bernoulli）方程、流体静压力平衡方程（重点）
  - 识记：流体的质量平衡方程——连续性方程、流体机械能平衡方程——伯努利（Bernoulli）方程的推导
  - 理解：流体的质量平衡方程——连续性方程、流体机械能平衡方程——伯努利（Bernoulli）方程中各项参数的含义
  - 应用：流体的质量平衡方程——连续性方程、流体机械能平衡方程——伯努利（Bernoulli）方程进行计算相关流体流动问题
- (二) 流体静压力平衡方程（次重点）
  - 识记：流体静压力平衡方程的推导和各项参数的含义
  - 理解：流体静压力平衡方程的意义
  - 应用：流体静压力平衡方程的应用
- (三) 黏性流体的动量平衡方程——纳维—斯托克斯（Navier-Stokes）方程、理想流体的动量平衡方程——欧拉（Eular）方程（一般）
  - 识记：黏性流体的动量平衡方程——纳维—斯托克斯（Navier-Stokes）方程、理想流体的动量平衡方程——欧拉（Eular）方程的推导和各项参数的含义

理解：黏性流体的动量平衡方程——纳维—斯托克斯（Navier-Stokes）方程、理想流体的动量平衡方程——欧拉（Eular）方程中的各项参数的含义  
应用：黏性流体的动量平衡方程——纳维—斯托克斯（Navier-Stokes）方程、理想流体的动量平衡方程——欧拉（Eular）方程的应用

### 第三章 管流流动

#### 一、学习目的与要求

掌握流体流动状态、管流阻力,了解圆管层流流动、圆管紊流流动,熟练流体流动状态的判定及其阻力损失的计算。

#### 二、考核知识点与考核目标

##### （一）流体流动状态、管流阻力（重点）

识记：管流阻力、沿程阻力、局部阻力；能量损失（沿程阻力能量损失、局部阻力能量损失）

理解：流体流动状态（层流、紊流）

应用：流体流动状态的判定及阻力损失的计算

##### （二）圆管层流流动、圆管紊流流动（次重点）

识记：圆管紊流流动

理解：圆管层流流动（微分方程的含义，速度、应力分布）

应用：非圆形管道的摩阻、管流系统阻力损失

##### （三）圆管层流微分方程的建立（一般）

识记：截面速度分布

理解：截面平均速度

应用：黏性力分布，能量系数的计算

### 第四章 边界层流动

#### 一、学习目的与要求

掌握边界层概念，了解边界层微分方程、边界层积分方程的求解方式，熟悉边界层微分方程、边界层积分方程的建立。

#### 二、考核知识点与考核目标

##### （一）边界层概念（重点）

识记：管流边界层

理解：边界层概念

应用：平板边界层

##### （二）边界层微分方程（次重点）

识记：边界层微分方程的解

理解：边界层微分方程的建立

应用：层流边界层微分方程的解

(三) 边界层积分方程 (一般)

识记: 边界层积分方程的解

理解: 边界层积分方程的建立

应用: 层流边界层积分方程的解

## 第五章 流体的流出

(不作考核要求)

## 第六章 射流

(不作考核要求)

## 第七章 冶金与材料制备及加工中的动量传输

### 一、学习目的与要求

掌握热气体的流动特点, 了解烟囱的工作原理及设计计算, 熟练双流体的静力平衡方程、伯努利 (Bernoulli) 方程的应用。

### 二、考核知识点与考核目标

(一) 双流体的静力平衡方程、伯努利 (Bernoulli) 方程的应用 (重点)

识记: 热气体的流动特点

理解: 双流体的静力平衡方程、伯努利 (Bernoulli) 方程的推导和意义

应用: 双流体的静力平衡方程、伯努利 (Bernoulli) 方程的应用

(二) 烟囱的工作原理及设计计算 (次重点)

识记: 烟囱的类型

理解: 烟囱的工作原理

应用: 烟囱设计计算

(三) 气液两相流动、气固两相流动 (一般)

识记: 气液两相流动

理解: 气固两相流动

应用: 气液两相流动、气固两相流动的分析

## 第八章 相似原理与量纲分析

### 一、学习目的与要求

掌握相似的概念、特征数、模型实验法, 了解相似三定理、量纲分析及  $\pi$  定理, 熟练相似转换及特征数方程。

### 二、考核知识点与考核目标

(一) 相似的概念 (重点)

识记: 相似的概念

理解: 相似特征数、由特征数方程确定经验公式

- 应用：相似转换及特征数方程的应用、模型实验法
- (二) 相似三定理（次重点）
- 识记：几何相似、物理相似、单值条件相似
- 理解：相似第一定理、相似第二定理、相似第三定理的含义
- 应用：相似第一定理、相似第二定理、相似第三定理的应用
- (三) 量纲分析及 $\pi$ 定理（一般）
- 识记：量纲分析
- 理解：量纲及量纲和谐原理
- 应用：量纲分析法确定相似特征数

## 第九章 热量传输的基本概念及基本定律

### 一、学习目的与要求

掌握热量传输基本概念，了解热阻的概念，熟练傅里叶导热定律的应用。

### 二、考核知识点与考核目标

- (一) 热量传输基本概念、傅里叶导热定律（重点）
- 识记：热量传输基本概念（等温面及等温线、热流量和总热量）
- 理解：热量传输基本概念（温度场、温度梯度、热通量）；傅里叶导热定律
- 应用：傅里叶导热定律的应用
- (二) 热阻（次重点）
- 识记：热阻的含义
- 理解：导热热阻、对流热阻和电阻的比较
- 应用：热阻的计算
- (三) 傅里叶-克希荷夫导热微分方程（一般）
- 识记：傅里叶-克希荷夫导热微分方程的推导
- 理解：傅里叶-克希荷夫导热微分方程的意义
- 应用：傅里叶-克希荷夫导热微分方程的应用

## 第十章 传导传热

### 一、学习目的与要求

掌握稳定导热的特点及其分析，了解不稳定导热的特点及其分析与计算，熟练稳定导热的计算。

### 二、考核知识点与考核目标

- (一) 稳定导热（重点）
- 识记：一维圆筒壁稳定导热
- 理解：一维平壁稳定导热；间壁的综合传热
- 应用：一维平壁稳定导热的计算
- (二) 导热的有限差分解法（次重点）

识记：二维稳定导热的差分解法  
理解：有限差分法的基本概念  
应用：一维不稳定导热的差分解法

### (三) 不稳定导热（一般）

识记：第三类边界条件下的薄材加热（集总参数法）  
理解：不稳定导热的基本概念  
应用：第三类边界条件下有限厚物体的不稳定导热、第一类边界条件下有限厚物体的不稳定导热、半无限大物体在第一类边界条件下的不稳定导热

## 第十一章 对流换热

### 一、学习目的与要求

掌握对流换热的概念、对流换热系数、影响对流换热系数的因素、热边界层概念，了解对流换热的分类、对流换热的研究方法，熟练对流换热系数表达式及其计算。

### 二、考核知识点与考核目标

#### (一) 对流换热系数及其计算（重点）

识记：对流换热的概念、相关准数  
理解：影响对流换热系数的因素  
应用：对流换热系数表达式及其计算

#### (二) 对流换热的微分方程、热边界层概念、对流换热的分类（次重点）

识记：对流换热的微分方程  
理解：对流换热的分类  
应用：热边界层

#### (三) 对流换热的研究方法（一般）

识记：对流换热的研究方法  
理解：自然对流换热、强制对流换热的特性  
应用：自然对流换热、强制对流换热的计算

## 第十二章 辐射换热

### 一、学习目的与要求

掌握热辐射的基本概念、黑体辐射的基本定律，了解气体辐射、气体与固体表面间的辐射换热，熟练固体表面间的辐射换热、间壁（对流与辐射共同存在）的热量传输。

### 二、考核知识点与考核目标

(一) 热辐射的基本概念（吸收、反射和透过率；辐射力和辐射强度；角系数、表面热阻、空间热阻等）、黑体辐射的基本定律（斯忒藩-玻耳兹曼

(Stefan-Boltzmann) 定律、基尔霍夫定律)(重点)

识记: 热辐射的基本概念(吸收、反射和透过率, 辐射力和辐射强度, 角系数, 表面热阻、空间热阻等); 黑体辐射的基本定律(斯忒藩-玻耳兹曼(Stefan-Boltzmann) 定律、基尔霍夫定律)

理解: 间壁(对流与辐射共同存在)的热量传输

应用: 两个固体表面间的辐射换热的计算

(二) 角系数的确定方法、气体辐射、气体与固体表面间的辐射换热(次重点)

识记: 气体辐射的特点

理解: 气体与固体表面间的辐射换热

应用: 角系数的确定方法、气体与固体表面间的辐射换热的计算

(三) 普朗克(Planck) 定律、朗伯定律(余弦定律)、比尔定律(一般)

识记: 气体的黑度和吸收率的计算

理解: 普朗克(Planck) 定律、朗伯定律(余弦定律)、比尔定律

应用: 三个灰体表面间的辐射换热

## 第十三章 冶金与材料制备及加工中的热量传输

(不作考核要求)

## 第十四章 质量传输基本概念及基本定律

### 一、学习目的与要求

掌握质量传输基本概念(浓度及其表示方法、浓度场及浓度梯度、质量通量), 了解菲克(Fick) 第二定律的推导、含义及其应用, 熟练质量传输基本定律: 菲克(Fick) 第一定律的推导、含义及其应用。

### 二、考核知识点与考核目标

(一) 质量传输基本概念(浓度及其表示方法、浓度场、浓度梯度、质量通量);

菲克(Fick) 第一定律(重点)

识记: 质量传输基本概念(浓度及其表示方法、浓度场及浓度梯度、质量通量)

理解: 菲克(Fick) 第一定律

应用: 菲克(Fick) 第一定律的应用

(二) 浓度、速度、质量通量的计算(次重点)

识记: 浓度的计算

理解: 质量通量的计算

应用: 速度的计算

(三) 菲克(Fick) 第二定律(一般)

识记: 菲克(Fick) 第二定律的推导

理解：菲克（Fick）第二定律的含义

应用：菲克（Fick）第二定律的应用

## 第十五章 扩散传质

### 一、学习目的与要求

掌握稳定扩散传质的特点，了解传质微分方程及其边界条件、不稳定扩散传质及其计算，熟练气体通过平板的扩散、气体通过圆筒壁的扩散的计算。

### 二、考核知识点与考核目标

#### （一）稳定扩散传质的特点及其计算（重点）

识记：稳定扩散传质的特点

理解：气体通过平板的扩散的计算

应用：气体通过圆筒壁的扩散的计算

#### （二）传质微分方程及其边界条件（次重点）

识记：传质微分方程及其边界条件

理解：传质微分方程的含义

应用：传质微分方程的推导及应用

#### （三）不稳定扩散传质（一般）

识记：介质浓度为常数时，有限厚物体的不稳定扩散传质

理解：表面浓度为常数时，有限厚物体的不稳定扩散传质

应用：表面浓度为常数时，无限厚物体的不稳定扩散传质

## 第十六章 对流传质

### 一、学习目的与要求

掌握对流传质基本概念（浓度边界层、对流传质系数、对流传质特征数），了解对流传质特征数方程及对流传质系数的计算，熟练掌握流传质系数模型（薄膜理论、渗透理论、表面更新理论）。

### 二、考核知识点与考核目标

#### （一）对流传质基本概念（浓度边界层、对流传质系数、对流传质特征数）；对流传质系数模型（薄膜理论、渗透理论、表面更新理论）（重点）

识记：对流传质基本概念（浓度边界层、对流传质系数、对流传质特征数）

理解：对流传质系数模型（薄膜理论、渗透理论、表面更新理论）

应用：对流传质系数模型及其计算

#### （二）对流传质特征数方程（次重点）

识记：对流传质特征数方程

理解：自然对流传质特征数方程

应用：强制对流传质特征数方程

#### （三）对流传质通量的计算（一般）

识记：平板紊流对流传质的计算

理解：球体绕流对流传质的计算

应用：管内紊流对流传质的计算

## 第十七章 冶金与材料制备及加工中的质量传输

### 一、学习目的与要求

掌握相间平衡、平衡浓度、双膜理论，了解两相反应中的扩散、多孔材料中的扩散，熟练相间传质的分析与计算。

### 二、考核知识点与考核目标

#### (一) 相间平衡、平衡浓度、双膜理论、相间传质（重点）

识记：相间平衡、平衡浓度等基本概念与理论

理解：双膜理论

应用：双膜理论的应用

#### (二) 两相反应中的扩散（次重点）

识记：两相反应中的扩散的特点

理解：气固两相反应中的扩散

应用：气液两相反应中的扩散

#### (三) 多孔材料中的扩散（一般）

识记：表面扩散

理解：分子扩散

应用：克努森（Knudsen）扩散

## 第十八章 动量、热量、质量传输的类比 (不作考核要求)

## 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

指定教材：传输原理，朱光俊，冶金工业出版社，2009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 4 学分，建议总课时 72 学时，其中助学课时分配如下：

章 次	内 容	学 时
第 1 章	动量传输的基本概念	4
第 2 章	动量传输的基本定律	12
第 3 章	管流流动	6
第 4 章	边界层流动	4

第 5 章	流体的流出	0
第 6 章	射流	0
第 7 章	冶金与材料制备及加工中的动量传输	4
第 8 章	相似原理与量纲分析	4
第 9 章	热量传输的基本概念及基本定律	4
第 10 章	传导传热	6
第 11 章	对流换热	4
第 12 章	辐射换热	6
第 13 章	冶金与材料制备及加工中的热量传输	0
第 14 章	质量传输基本概念及基本定律	4
第 15 章	扩散传质	4
第 16 章	对流传质	4
第 17 章	冶金与材料制备及加工中的质量传输	6
第 18 章	动量、热量、质量传输的类比	0
合 计		72

## 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 30 %、“理解”为 50%、“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、计算分析题、问答题。
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“答题卡”上的相应字母涂黑。错涂、多涂或未涂均无分。

1. 下列流体属于牛顿流体的是  
 A. 纸浆                      B. 牙膏                      C. 汽油                      D. 血液
2. 已知空气流动速度场 $v_x=x+2y^2-3z, v_y=x+2y+3z^3, v_z=x-2y-3z$ ,则此流场是  
 A. 连续的                      B. 不连续的                      C. 自然流动                      D. 强制流动

### 二、填空题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

1. 在研究流体运动时,按照是否考虑密度变化,可将流体分为\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。
2. 研究流体流动的二种基本方法是\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

三、名词解释题 (本大题共■小题, 每小题■分, 共■分)

1. 速度梯度
2. 质量通量

四、计算分析题 (本大题共■小题, 每小题■分, 共■分)

1. 炉壁由三层组成, 粘土砖 (厚度 $\delta_1=200\text{mm}$ , 导热系数 $\lambda_1=1.0\text{W}/(\text{m}\cdot^\circ\text{C})$ ); 石棉粘土砖 ( $\delta_2=40\text{mm}$ ,  $\lambda_2=0.1\text{W}/(\text{m}\cdot^\circ\text{C})$ ); 钢板 ( $\delta_3=5\text{mm}$ ,  $\lambda_3=100\text{W}/(\text{m}\cdot^\circ\text{C})$ )。炉墙内炉气侧换热系数为  $20\text{W}/(\text{m}^2\cdot^\circ\text{C})$ 、烟气温度的  $830^\circ\text{C}$ ; 炉墙外空气侧换热系数为  $10\text{W}/(\text{m}^2\cdot^\circ\text{C})$ ; 空气温度  $30^\circ\text{C}$ ; 试求通过该炉墙的热损失及炉墙的温度分布。

五、问答题 (本大题共■小题, 每小题■分, 共■分)

1. 试分析高温炉气通过平壁炉墙 (间壁) 至周围空气的综合传热过程, 并简单说明如何减少通过炉墙的散热损失?