

湖南省高等教育自学考试

课程考试大纲

冶金原理
(课程代码: 12126)

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：冶金原理

课程代码：12126

第一部分 课程性质与目标

一、课程性质与特点

冶金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，是冶金工艺课程学习的基础，在冶金工程专业整个课程的学习中具有承上启下的作用。冶金原理课程主要研究和确定各种冶金过程所遵循的具有普遍意义的物理化学规律，从而为有效地控制现有生产工艺，改造老工艺和发展新工艺提供理论根据。

二、课程目标与基本要求

通过冶金原理的学习，使考生掌握冶金过程热力学和动力学的分析方法，培养考生利用物理化学的基本理论，分析和解决冶金过程实际问题的综合能力，为后续冶金工艺专业课程的学习奠定理论基础。

课程基本要求：

1. 正确理解课程中的重要概念，熟练掌握其应用。
2. 熟练掌握冶金反应的热力学计算和动力学分析方法，能够运用所学的理论对基本冶金过程进行定性、定量分析，具有初步分析和解决生产实际问题的能力。
3. 熟悉课程中冶金相图及其它区域图的分析，掌握有关工具图的分析应用。

三、与本专业其他课程的关系

学习本课程前，考生应先修：高等数学、普通化学、物理化学等基础课程，后续学习有色冶金（重轻金属冶金学、稀贵金属冶金学）或钢铁冶金（现代钢冶金学、现代铁冶金学）专业课程。

第二部分 考核内容与考核目标

第一章 冶金热力学基础

一、学习目的与要求

通过本章的学习，巩固和加强对溶液及冶金反应的认识，熟练掌握溶液组成的表示方法及活度的概念，准确掌握标准溶液和冶金反应吉布斯自由能的定义和计算。

二、考核知识点与考核目标

（一）溶液组成的表示方法和活度的概念（次重点）

识记：常用溶液组成的表示方法，活度和相互作用系数的概念及计算

理解：活度与相互作用系数的关系、活度的标准态的概念、不同标准态活度的关系、活度相互作用系数

应用：浓度之间的转换和活度的计算（浓度之间的转换公式）

(二) 溶液的热力学关系式 (一般)

识记: 理想溶液、稀溶液的概念

理解: 不同溶液的热力学关系式 (理想溶液、稀溶液、实际溶液、正规溶液)

(三) 冶金反应的焓变及吉布斯自由能变化 (重点)

识记: 冶金反应的等温方程式

理解: 吉布斯自由能如何判断冶金反应的方向; 焓变的概念及意义

应用: 冶金反应标准吉布斯自由能及平衡常数的计算、等温方程式的应用

第二章 冶金熔体的相图

一、学习目的与要求

通过本章的学习, 了解和掌握金属熔体、熔盐和熔渣相图的分析方法, 并在冶金熔体中重要相图的具体分析基础上, 熟悉冶金常见熔体的组成及相变过程, 为后续分析了解熔体物理化学性质奠定基础。

二、考核知识点与考核目标

(一) 重要的二元熔体相图 (重点)

识记: 二元相图基本结构, FeO-SiO_2 、 CaO-SiO_2 的分析 (可形成的化合物及性质, 熔化曲线, 稳定区的确定, 反应线上变化等)

理解: 其它的熔体二元相图的分析 ($\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ 、 $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CaO-Fe}_2\text{O}_3$ 、 NaF-AlF_3 、 $\text{Na}_3\text{AlF}_6\text{-Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Cu}_2\text{S-FeS}$ 的分析)

应用: 分析二元相图各组元的关系 (相互反应、形成的不同相组分、形成化合物的性质、各相的成分和相对量)

(二) 三元相图 (重点)

识记: 相律的概念、三元相图的组成表示法 (浓度三角形)、三元系相图的基本类型

理解: 连接线规则、三角形规则、背向规则、切线规则; 浓度三角形的性质及规则、理解三元系相图的表示方法

应用: 根据浓度三角形的表示方法读取物系组元的浓度、分析物系点在冷却过程中结晶路线, 利用相图相关规则判断界线性及无变点性质

(三) 复杂三元相图 (一般)

识记: 分析复杂三元系相图的方法 (基本步骤)

理解: 三元系相图中稳定化合物的性质、几种常见的三元系相图

$\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CaO-SiO}_2\text{-FeO}$ 、 $\text{Na}_3\text{AlF}_6\text{-AlF}_3\text{-Al}_2\text{O}_3$

应用: 三元系相图在冶金生产中的应用

第三章 冶金熔体的结构与性质

一、学习目的与要求

通过本章的学习, 了解各种冶金熔体的结构及其理论, 渣与金属间的反应, 应用

所学的理论解释相关现象；理解金属熔体的物理性质、熔渣的物理性质及化学性质；掌握熔渣的酸碱度、氧化还原性容量性质的表示方法，学会读图获取熔体的热力学参数。

二、考核知识点与考核目标

（一）冶金熔体的化学性质和热力学性质（重点）

识记：熔渣的酸碱度及氧化还原性、容量性质的表示方法（碱度的表示、氧化性和还原性的表征方法）

理解：判断熔渣酸碱性的依据、氧化渣和还原渣硫容量的概念

应用：炉渣的酸度或碱度的计算；利用三元熔渣系的等活度曲线图分析三元系熔渣，结合 D-S、D-P 过程分析所造成的渣系

（二）金属熔体的物理性质（次重点）

识记：金属熔体的熔点、密度、黏度、熔体的扩散及导电性的概念；助熔剂的概念

理解：金属熔体的各个物理性质的影响因素；温度及黏度对扩散系数的影响；电导率与温度的关系

应用：利用熔渣的等黏度曲线，分析黏度与温度的关系，利用粘度-温度曲线判断炉渣的酸碱性

（三）冶金熔体的结构（一般）

识记：冶金熔体的结构、固溶体的概念；金属熔体的结构、熔渣的结构

理解：两种固溶体类型；炉渣分子结构理论、离子结构理论，熔盐的结构

应用：根据熔体结构分析熔体结构对熔体的物理化学性质的影响；研究液态金属的结构对液态金属本身、冶金溶液的性能以及改善固体金属材料性能的影响

第四章 冶金动力学基础

一、学习目的与要求

通过本章的学习，了解冶金反应速率的表示方法、冶金反应过程机理、冶金过程的液/液反应动力学；理解气/固反应收缩核模型与控制环节、金属熔炼过程金属结晶的动力学

二、考核知识点与考核目标

（一）冶金多相反应动力学（重点）

识记：稳定态限制性环节的概念、未反应核模型、双膜理论

理解：对气/固反应动力学模型的理解（气/固相的反应过程）、固/液反应动力学中均相和异相形核及形核速率、晶粒的长大过程、结晶速率

应用：限制性环节的确定及相关模型和理论的建立、理解对限制性环节的强化措施

（二）化学反应速率（次重点）

识记：化学反应速率方程式、反应级数的概念及其意义

理解：几种反应级数的反应速率式及其特征、理解反应速率与温度的关系（阿累尼乌斯方程）

应用：由速率方程的积分式确定一定反应时间的浓度或达到一定浓度所需要的时间；活化能的求解问题

（三）扩散传质及对流传质（一般）

识记：稳定态扩散的概念；扩散传质在稳定态扩散中的一般表达式（菲克定律）

理解：对流扩散（边界层理论）、气体中的扩散、多孔介质内的扩散、液体中的扩散

应用：解决一般传质通量问题，求解一般问题的传质系数

第五章 化合物的生成-分解和燃料的燃烧反应

一、学习目的与要求

通过本章的学习，识记氧、氯、硫势图及其应用；理解化合物的相对稳定性；了解化合物生成与分解的热力学和动力学；学会通过氧势图分析化合物的合成与分解；固体碳的燃烧反应及其燃烧反应体系气相平衡计算。

二、考核知识点与考核目标

（一）化合物的稳定性及氧、氯、硫势图（重点）

识记：氧化物的氧势的概念氧势图的过程及氧势线的变化情况

理解：氧势图中附加标尺的应用（氧化物的生成反应和分解反应时气相氧气分压、氧化物被（ $\text{CO}+\text{CO}_2$ ）或（ $\text{H}_2+\text{H}_2\text{O}$ ）混合气体还原时气相中 CO 与 CO_2 的分压比）

应用：根据氧势图判断氧化物相对及绝对稳定性、求分解在硫势图及氯势图的相关应用

（二）化合物的形成-分解反应（次重点）

识记：氧化物分解或金属的氧化的规律；优势区域图的概念

理解：分析 Fe-O 状态图中相平衡线的意义（理解每条曲线所代表的含义）；碳酸盐分解的热力学和动力学；硫化物分解的热力学

应用：根据状态图分析金属氧化反应的平衡条件、各级氧化物稳定存在的条件及氧化物的分解条件

（三）燃料的燃烧（一般）

识记： C 、 CO 、 H_2 、 CH_4 主要的燃烧反应及其方程式；体系的自由度和独立反应数的概念

理解：燃烧反应产物的相对稳定性； C-O 体系、 C-H-O 体系的热力学分析方法；碳的气化反应及其平衡的影响因素

应用：绘制碳气化反应的平衡图、分析燃烧反应产物在不同温度下的相对稳定性；燃烧反应气相平衡成分的计算

第六章 还原熔炼反应

一、学习目的与要求

通过本章的学习，掌握还原反应的热力学条件；理解氧化物的CO/H₂还原、碳还原反应的热力学原理；了解还原过程的意义、氧化物还原的动力学、熔渣中的氧化物的还原、金属热还原。

二、考核知识点与考核目标

（一）CO/H₂ 碳还原氧化物（重点）

识记：氧化物还原平衡图意义（CO、H₂和碳还原铁氧化物的平衡图）；还原度的概念

理解：氧化物还原的平衡图（CO/H₂还原铁氧化物的平衡图，比较CO和H₂还原能力，曲线交叉点所代表的含义）、CO/H₂还原铁氧化物的动力学；碳还原氧化物的热力学原理

应用：根据氧化物还原的平衡图分析稳定区（CO、H₂和碳还原铁氧化物的稳定区）；分析还原度与反应时间的关系，讨论影响还原速率的因素

（二）熔渣中氧化物的还原（次重点）

识记：熔渣中组分还原热力学及热力学条件的确定

理解：SiO₂、MnO被C还原的反应

应用：在SiO₂和MnO的还原过程中，分析影响Si和Mn元素还原的因素

（三）金属热还原反应的热力学及高炉脱硫（一般）

识记：金属热还原法的概念；作为还原剂的主要金属；还原反应的单位热效应的概念；真空度对金属热还原温度的影响

理解：根据氧势图分析金属还原金属氧化物的能力；高炉冶炼脱硫的热力学条件；理解铁水炉外脱硫，铁水的同时脱磷脱硫可行性

应用：金属热还原（还原能力）、铁水炉外脱硫，各个参数对加强脱硫效果的影响

第七章 氧化熔炼反应

一、学习目的与要求

通过本章的学习，掌握氧化熔炼反应的热力学和动力学原理；了解脱碳、脱磷、脱硫、脱氧反应的热力学和动力学；熟悉脱氧的主要方法。

二、考核知识点与考核目标

（一）氧化熔炼反应的热力学和动力学原理（重点）

识记：氧化熔炼反应的热力学（以铁液为例分析铁液元素氧化的氧势图）

理解：铁（钢）液中元素氧化的热力学特征（位于FeO氧势线上方和下方的元素的热力学特征），元素氧化的影响因素

应用：元素氧化过程的动力学原理（元素氧化过程的速率方程建立的方法）

（二）脱碳、脱硫、脱磷、脱氧反应（次重点）

识记：脱硫、脱磷、脱氧反应热力学和动力学；脱氧的方法
理解：钢液中脱硫、脱磷、脱氧的意义；碳氧积的概念及意义、影响磷分配比因素、影响碱性熔渣脱硫的因素
应用：脱碳、脱硫、脱磷、脱氧反应的应用

（三）真空和氩气搅拌（一般）

识记：真空和氩气搅拌的意义；气泡冶金的概念
理解：真空和气泡在冶金中碳氧反应的作用；真空下碳还原金属氧化物
应用：真空冶金在脱氧方面的应用

第八章 硫化物的火法冶金与氯化冶金

一、学习目的与要求

通过本章的学习，熟悉硫化物火法冶金的基本类型，掌握焙烧、造锍熔炼、冰铜吹炼、氯化过程的热力学分析；熟悉 Cu-Fe-S 三元系状态图的分析及对造锍熔炼的作用。

二、考核知识点与考核目标

（一）锍的形成（重点）

识记：锍的组成及作用，造锍的目的意义
理解：黄铜矿的造锍熔炼热力学分析
应用：Cu-Fe-S 的三元系状态图的分析应用，冰铜的主要性质

（二）锍的吹炼（次重点）

识记：锍吹炼的目的
理解：锍转炉吹炼的热力学分析（普通转炉吹炼、回转式转炉氧气吹炼）；吹炼铜与吹炼镍的热力学分析比较
应用：锍吹炼在炼铜和制取粗镍的应用

（三）氯化反应的热力学和动力学（次重点）

识记：金属氯化物的特点及氯化冶金的基本过程
理解：金属及金属化合物与氯反应的热力学分析，氯化反应的动力学分析
应用：金属氧化物加碳氯化的机理和计算

第九章 电解过程

一、学习目的与要求

通过本章的学习，掌握电解过程的基础知识；熟练掌握阳极过程、阴极过程的分析，掌握电解过程槽电压、电流效率和电能效率的计算及影响因素。

二、考核知识点与考核目标

（一）熔盐电解（次重点）

识记：分解电压、电极极化、槽电压、电流效率和电能效率的基本概念
理解：熔盐电解的阳极和阴极过程，熔盐电解的电流效率及影响因素

应用：熔盐电解过程的特殊现象（阳极效应、去极化、熔盐与金属的相互作用）及对生产的影响

（一）水溶液电解质电解（重点）

识记：水溶液电解阴极过程、阳极过程的基本反应

理解：阴极氢气和金属的析出过程分析；阳极金属溶解及钝化现象分析；阴极沉积物结构的主要影响因素；槽电压、电流效率和电能效率的计算

应用：影响水溶液电解电流效率和电能效率的因素及措施分析

第十章 萃取和离子交换提纯

一、学习目的与要求

通过本章的学习，掌握萃取和离子交换的概念，熟悉萃取和离子交换反应的机理及分析。

二、考核知识点与考核目标

（一）溶剂萃取（重点）

识记：萃取的概念；萃取体系的组成（萃取剂、稀释剂、各种添加剂）

理解：萃取机理与萃取平衡的分析（萃取体系分为三大类：中性萃取体系、阴离子交换萃取体系、阳离子交换萃取体系）

应用：协同萃取的应用

（二）离子交换（重点）

识记：离子交换法的概念；离子交换树脂的组成（高分子部分、交联剂部分、功能团部分）

理解：离子交换反应，离子交换常数、分配比的概念

应用：分离系数的概念及应用

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:

冶金原理, 韩明荣, 冶金工业出版社, 2008 年版

2. 参考教材:

冶金原理, 李洪桂, 科学出版社, 2005 年版

钢铁冶金原理, 黄希祜, 冶金工业出版社, 2002 年第 3 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 5 学分, 建议总课时 90 学时, 其中助学课时分配如下:

章 次	内 容	学 时
第 1 章	冶金热力学基础	10
第 2 章	冶金熔体的相图	8
第 3 章	冶金熔体的结构与性质	8
第 4 章	冶金动力学基础	14
第 5 章	化合物的生成-分解和燃料的燃烧反应	6
第 6 章	还原熔炼反应	10
第 7 章	氧化熔炼反应	8
第 8 章	硫化物的火法冶金与氯化冶金	8
第 9 章	电解过程	10
第 10 章	萃取和离子交换提纯	8
合 计		90

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、简答题、计算题、分析题。
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. 在FeO-SiO₂二元系中，存在着一稳定化合物

- | | |
|----------------------------|-----------------------------|
| A. FeO • SiO ₂ | B. FeO • 2SiO ₂ |
| C. 2FeO • SiO ₂ | D. 2FeO • 3SiO ₂ |

二、填空题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

1. 用金属铝还原与氧亲和力较弱的金属氧化物，此还原方法称为_____。

三、名词解释题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

1. 槽电压

四、简答题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

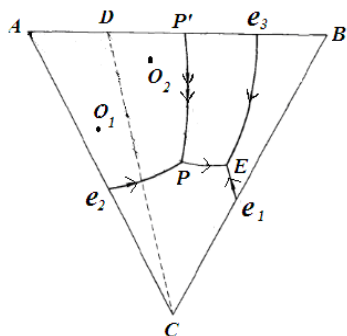
1. 在炼钢生产中，向钢液中增氧的方式有哪些？

五、计算题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

1. 某电解锌厂，每个电解槽每昼夜生产锌 300kg，30 个电解槽串联成一个系列，通过此系列的电流为 11000A，系列的电压降为 102V。已知锌的电积反应 $\text{Zn}^{2+} + \text{H}_2\text{O} = \text{Zn} + 1/2\text{O}_2 + 2\text{H}^+$ ，在该厂生产条件下的 $\Delta G = 384.38 \text{ kJ}$ ，求锌析出的理论分解电压和电流效率。

六、分析题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

1. 下图为三元系相图，据图分析：



- (1) 判断化合物 D 的性质；
- (2) 写出无变量点 P 的平衡反应；
- (3) 绘出图中物系点为 O_1 和 O_2 点的结晶路线及冷却曲线。