

湖南省高等教育自学考试

课程考试大纲

精炼与连铸
(课程代码: 12130)

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：精炼与连铸

课程代码：12130

第一部分 课程性质与目标

一、课程性质与特点

精炼与连铸是高等教育自学考试冶金工程（本科）专业的专业核心课程。课程重点介绍炉外精炼与连续铸钢的基本原理、常用方法、工艺参数的选择和确定、新技术应用和质量控制等，以及有关工艺过程技术指标分析和计算。本课程理论联系生产实际，内容系统、精炼、实用，是突出考生工程技术应用能力培养的主要专业课程。

二、课程目标与基本要求

课程目标：通过本课程的学习，使考生了解炉外精炼与连续铸钢的发展，掌握炉外精炼与连续铸钢的基本理论和方法、工艺参数的选择和确定以及质量控制，并能对有关工艺过程进行分析和计算。熟悉掌握炉外精炼与连续铸钢基本工艺操作及新技术的应用。提高分析问题和解决问题的能力，达到培养冶金工程专业高级应用型人才和相关领域研究人员目的。

基本要求：了解炉外精炼与连续铸钢的现状、发展方向和重要性；掌握炉外精炼与连续铸钢的基本原理，常用工艺与方法；熟悉掌握炉外精炼与连续铸钢基本工艺操作及新技术的应用；能够对炉外精炼与连续铸钢工艺和产品质量关系进行有关分析和计算。

三、与本专业其他课程的关系

本课程是冶金工程专业的一门专业核心课程，先修课程：冶金原理、冶金传输原理、现代铁冶金学、现代钢冶金学等。

第二部分 考核内容与考核目标

精炼部分

第一章 绪论

一、学习目的与要求

通过本章的学习，了解炉外精炼的定义、特点及发展；熟练掌握炉外精炼的任务、功能、手段、分类及其效果。

二、考核知识点与考核目标

（一）炉外精炼定义、任务、手段（重点）

识记：炉外精炼定义、任务、五大手段

理解：炉外精炼设备应具有的功能

应用：各种常用重要精炼装置的手段和功能对比

（二）炉外精炼方法分类、特点和效果（次重点）

识记：精炼方法分类

理解：精炼技术特点

应用：具有真空精炼手段的方法；VD、VOD、AOD 冶金效果比较；喂线冶金效果

（三）炉外精炼的发展（一般）

识记：炉外精炼的发展

理解：炉外精炼的发展原因

应用：炉外精炼的发展趋势

第二章 炉外精炼的理论与技术基础

一、学习目的与要求

通过本章的学习，了解渣洗、搅拌、加热、真空、喷粉（喂线）五大精炼手段以及夹杂物的形态控制原理；掌握五大精炼手段的热力学和动力学理论，并能运用理论对具体炉外精炼工艺的原理、工艺参数的选择、应用效果进行分析。

二、考核知识点与考核目标

（一）渣洗：真空精炼原理（重点）

识记：顶渣改质定义（方法、目的）；曼内斯曼指数；渣洗定义；精炼常用的合成渣系；熔渣的硫容量定义；真空精炼设备的工作真空度和极限真空度

理解：精炼造白渣要求；炉渣脱硫能力常用硫的分配系数表达式；真空处理可以获得的冶金效果；真空脱碳反应式；AOD 的精炼原理；脱碳保铬的途径

应用：脱气速率表达式及在生产中应用（RH 法、VD 法）；真空处理时钢液脱氮实际效果很差的原因；实际生产中真空下碳的脱氧能力远没有热力学计算的那么强的原因分析

（二）搅拌：加热精炼原理（次重点）

识记：精炼采用的搅拌方法分类与比较；精炼采用的加热方法分类与比较。

理解：钢水精炼应用最广泛的搅拌方式；精炼常用的加热方法

应用：钢包吹氩的作用和方式；钢中气体种类；吹氩搅拌和电弧加热方式在炉外精炼工艺中的具体应用

（三）喷粉与喂线精炼原理、夹杂物控制（一般）

识记：喷射冶金定义；喂线法定义（方法、目的）；夹杂物的形态控制定义；钙处理定义（方法、目的）

理解：稀土在钢中的作用；加入钙或稀土元素夹杂物变性机理

应用：轴承钢中夹杂物的控制

第三章 炉外精炼工艺

一、学习目的与要求

通过本章的学习，了解 ASEA-SKF 钢包精炼炉、钢包喷粉处理；熟练掌握 RH、LF、VD、AOD、VAD/VOD、CAS/CAS-OB 精炼工艺。

二、考核知识点与考核目标

（一）RH、LF、VD、AOD 精炼工艺（重点）

识记：RH、LF、VD、AOD 的全称及定义；RH、LF、VD、AOD 主要设备组成和精炼手段

理解：RH 炉的工作原理和主要工艺参数；RH-KTB 主要设备特点和关键控制技术；LF 的精炼功能与操作的一般工艺流程

应用：精炼装置中能用来冶炼低碳不锈钢的 AOD、VOD 工艺和效果比较

（二）VAD、VOD、CAS、CAS-OB 精炼工艺（次重点）

识记：VAD、VOD、CAS、CAS-OB 的全称及定义；VAD、VOD、CAS、CAS-OB 的精炼手段

理解：VAD、VOD、CAS、CAS-OB 的精炼功能；CAS、CAS-OB 工艺流程及特点

应用：VAD 与 VD 工艺比较；VOD 法与 AOD 法脱氢脱氮精炼效果比较；CAS-OB 吹氧升温后采用弱吹氩搅拌目的

（三）ASEA-SKF、钢包喷粉处理等精炼工艺（一般）

识记：ASEA-SKF 全称及定义；钢包喷粉处理方法分类

理解：ASEA-SKF 精炼手段、冶金功能和工艺特点

应用：ASEA-SKF 与 VAD/VOD、LF 精炼装置的设备可靠性比较

第四章 炉外精炼与炼钢、连铸的合理匹配

一、学习目的与要求

通过本章的学习，了解匹配原则、典型的炉外精炼车间工艺布置；掌握几种钢包炉精炼装置应用比较，炉外精炼方法的选择。

二、考核知识点与考核目标

（一）几种钢包炉精炼装置应用比较（重点）

识记：LF、ASEA-SKF 和 VAD/VOD 精炼手段和设备比较

理解：LF、ASEA-SKF 和 VAD/VOD 设备投资及冶金效果比较

应用：结合 LF、ASEA-SKF 和 VAD/VOD 几种钢包炉精炼手段、设备可靠性和效果，说明 LF 广泛使用的原因

（二）炉外精炼方法的选择（次重点）

识记：精炼方法 LF、RH 的应用和发展

理解：搅拌几乎是精炼工艺的必备手段；真空精炼脱气效果最好

应用：LF 发展最快，RH 精炼质量最具保证

(三) 匹配原则、典型的炉外精炼车间工艺布置（一般）

识记：转炉匹配的炉外精炼设备；电炉匹配的炉外精炼设备

理解：普通钢的炉外精炼；特殊钢的炉外精炼

应用：典型钢厂炉外精炼匹配模式

第五章 纯净钢生产

一、学习目的与要求

通过本章的学习，了解纯净钢的概念、纯净度对钢材性能影响；熟练掌握典型纯净钢生产技术；钢中杂质元素对钢材性能的影响及控制途径。

二、考核知识点与考核目标

(一) 纯净钢生产技术（重点）

识记：纯净钢定义；标准图谱比较法关于夹杂物的分类

理解：纯净钢的生产技术要点和主要工艺概括

应用：低“C、S、P、N、H、O”纯净钢的主要生产工艺技术

(二) 纯净度与钢的性能（次重点）

识记：钢中杂质元素“C、S、P、N、H、O”对钢材性能的影响

理解：钢中杂质元素“C、S、P、N、H、O”的控制途径

应用：控制钢中杂质元素“C、S、P、N、H、O”的炉外精炼工艺方法

(三) 纯净钢生产技术应用（一般）

识记：典型钢种质量要求

理解：典型钢种的基本生产工艺

应用：典型钢种应用的炉外精炼工艺

第六章 炉外精炼用耐火材料

一、学习目的与要求

通过本章的学习，了解常用耐火材料性能和几种主要炉外精炼方法用耐火材料及选择。

二、考核知识点与考核目标

(一) 不锈钢精炼装置用耐火材料；真空处理装置用耐火材料等（重点）

识记：RH用耐火材料

理解：VOD、AOD用耐火材料

应用：不锈钢精炼装置和真空处理装置用耐火材料发展趋势

(二) 钢包精炼装置用耐火材料（次重点）

识记：LF用耐火材料

理解：ASEA-SKF用耐火材料

应用：钢包精炼装置用耐火材料发展趋势

（三）炉外精炼用耐火材料概述（一般）

识记：炉外精炼用耐火材料要求与类型

理解：常用耐火材料及性能

应用：常用耐火材料的选择

连铸部分

第一章 绪论

一、学习目的与要求

通过本章的学习，了解钢液浇注方法、现代连铸技术发展；熟练掌握现代连铸机分类，弧形连铸机的特点、连铸机的主要设备组成及工艺流程。

二、考核知识点与考核目标

（一）连铸机的分类及特点（重点）

识记：现代连铸的五种基本机型

理解：应用广泛的弧形连铸机的特点

应用：弧形连铸机与其他机型特点比较

（二）连铸机的主要设备组成及工艺流程（次重点）

识记：连铸机的主要设备组成

理解：连铸的优越性

应用：连铸机的工艺流程

（三）现代连铸技术发展和特点（一般）

识记：现代连铸技术的特点

理解：现代连铸技术发展

应用：21世纪以来连铸技术的主要发展方面

第二章 连铸设备

一、学习目的与要求

通过本章的学习，掌握连铸机重要参数及计算；弧形连铸机的主体设备类型、特点和作用。

二、考核知识点与考核目标

（一）连铸机重要参数及计算（重点）

识记：连铸浇注速度、圆弧半径、液芯长度、冶金长度定义

理解：液芯长度与冶金长度关系

应用：连铸机拉坯速度计算；连铸机流数计算

（二）弧形连铸机的主体设备类型、特点和作用（次重点）

识记：连铸机的成形及其冷却装置；长水口保护套管；浸入式水口；负滑脱定义；二冷区定义

理解：结晶器倒锥度的目的；结晶器振动频率与振痕深度关系

应用：结晶器振动方式及应用；连铸机矫直方式及应用；两种切割装置特点

（三）连铸电磁搅拌（一般）

识记：连铸电磁搅拌分类

理解：连铸电磁搅拌的作用

应用：连铸电磁搅拌的应用

第三章 连铸基础理论

一、学习目的与要求

通过本章的学习，了解钢液凝固结晶理论、连铸坯凝固传热特点；熟练掌握结晶器与二冷区凝固传热影响因素；连铸坯凝固结构控制。

二、考核知识点与考核目标

（一）结晶器与二冷区凝固传热影响因素（重点）

识记：连铸坯凝固传热特点；结晶器热阻

理解：气隙是结晶器中钢液凝固传热最大热阻

应用：结晶器与二冷区凝固传热影响因素

（二）连铸坯凝固结构控制（次重点）

识记：连铸坯凝固结构三带组成

理解：电磁搅拌是连铸坯凝固过程中促进等轴晶生长最具实际应用价值方法

应用：连铸坯凝固结构控制措施

（三）钢液凝固结晶理论（一般）

识记：选分结晶；成分过冷；结晶温度范围

理解：结晶的热力学和动力学条件

应用：钢液的结晶既受温度过冷影响，也受成分过冷影响

第四章 连铸工艺与操作

一、学习目的与要求

通过本章的学习，了解连铸温度控制、连铸操作工艺与浇注事故分析；熟练掌握中间包冶金与结晶器冶金；保护浇注；浇注温度、拉速与冷却控制；主要技术指标计算。

二、考核知识点与考核目标

（一）连铸钢水质量控制；中间包冶金与结晶器冶金；保护浇注（重点）

识记：连铸钢水质量要求；保护渣的基本成分

理解：中间包冶金技术和结晶器冶金技术；连铸保护渣的冶金功能和四层结构；钢水覆盖剂的冶金功能

应用：浇钢操作挑出结晶器内渣圈的目的；保护渣的加入原则；高速连铸保护渣特点

- (二) 浇注温度、拉速、一冷、二冷控制、主要技术指标计算(次重点)
识记: 连铸浇注温度; 拉速; 一冷、二冷控制内容; 比水量定义
理解: 二冷水量的分配原则和三种分配方案; 二冷一般采用“热行”软冷却方式
应用: 浇注温度的确定; 连铸比、连铸坯合格率(或全厂产品合格率)计算
- (三) 浇钢操作与浇注事故分析(一般)
识记: 开浇操作、多炉连浇操作、异钢种连浇操作要点
理解: 连铸生产中粘结漏钢的主要原因
应用: 连铸生产中避免粘结漏钢采取的措施

第五章 连铸坯质量

一、学习目的与要求

通过本章的学习, 了解连铸坯质量特征; 连铸坯的洁净度、表面质量、内部质量、形状缺陷种类、成因。熟练掌握连铸坯质量标志与控制原则; 连铸坯的洁净度、表面质量、内部质量、形状缺陷的防止措施。

二、考核知识点与考核目标

- (一) 连铸坯质量的标志与工艺过程的关系(重点)
识记: 连铸坯质量的标志
理解: 连铸坯质量的标志与工艺过程的关系
应用: 连铸坯质量的控制原则
- (二) 连铸坯洁净度、表面质量、内部质量(次重点)
识记: 连铸坯中夹杂物的分布特征; 连铸坯表面缺陷类型; 连铸坯内部缺陷类型
理解: 亚包晶钢的凝固特点和易产生表面裂纹原因
应用: 提高连铸坯表面质量的技术措施; 提高连铸坯内部质量的技术措施
- (三) 连铸坯的形状缺陷(一般)
识记: 鼓肚、菱变(脱方)定义
理解: 鼓肚、菱变(脱方)形成的主要原因
应用: 鼓肚、菱变(脱方)防止措施

第六章 连铸工艺实践与新技术应用

一、学习目的与要求

通过本章的学习, 了解合金钢连铸特点; 水平连铸; 轻压下技术; 连铸过程的检测和自动控制。熟练掌握薄板坯连铸特点、高效连铸技术、热装和直接轧制的关键技术、结晶器液面自动控制、漏钢预报。

二、考核知识点与考核目标

- (一) 近终形连铸; 高效连铸(重点)

识记：近终形连铸定义；高效连铸定义

理解：薄板坯连铸连轧工艺中的主要关键技术；提高连铸机生产率的主要途径

应用：CSP 连铸机的主要设备特点；提高连铸机拉速引起的问题与技术改进措施

(二) 热装和直接轧制的关键技术；轻压下技术（次重点）

识记：热装、直接轧制定义；轻压下定义

理解：热装、直接轧制的优越性；轻压下原理

应用：实现热装和直接轧制的三个关键技术

(三) 合金钢连铸特点；连铸过程的检测和自动控制（一般）

识记：合金钢凝固特点；结晶器液面高度自动检测方法；钢包下渣检测方法

理解：合金钢连铸工艺要求较低注速和较弱二冷

应用：结晶器漏钢预报原理

第七章 连铸用耐火材料

一、学习目的与要求

通过本章的学习，了解钢包用耐火材料、中间包用耐火材料、滑动水口用耐火材料。熟练掌握水口材质选择、连铸功能耐火材料。

二、考核知识点与考核目标

(一) 连铸功能耐火材料（重点）

识记：连铸功能耐火材料定义

理解：连铸功能耐火材料中的连铸“三大件”

应用：水口材质选择

(二) 中间包用耐火材料；滑动水口用耐火材料（次重点）

识记：绝热板、涂料的材质；滑动水口的材质

理解：中间包用耐火材料的发展

应用：滑动水口用耐火材料的选择

(三) 钢包用耐火材料（一般）

识记：钢包用耐火材料的种类

理解：工艺过程改进对耐材的要求

应用：钢包用耐火材料的发展

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：

炉外精炼教程，高泽平，冶金工业出版社，2011 年版

连续铸钢（第 2 版），贺道中，冶金工业出版社，2013 年版

2. 参考教材：

炉外处理，陈建斌，冶金工业出版社，2008 年版

连续铸钢，张芳，化学工业出版社，2013 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
精炼部分（36 学时）		
第 1 章	绪论	2
第 2 章	炉外精炼的理论与技术基础	10
第 3 章	炉外精炼工艺	12
第 4 章	炉外精炼与炼钢、连铸的合理匹配	2
第 5 章	纯净钢生产	8
第 6 章	炉外精炼用耐火材料	2
连铸部分（36 学时）		
第 1 章	绪论	2
第 2 章	连铸设备	4
第 3 章	连铸基础理论	6
第 4 章	连铸工艺与操作	8
第 5 章	连铸坯质量	6
第 6 章	连铸工艺实践与新技术应用	8
第 7 章	连铸用耐火材料	2
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 20%、“理解”为 45%、“应用”为 35%。
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. 炉外精炼方法中不能用来冶炼不锈钢的是

- A. VOD B. LF C. AOD D. RH

二、填空题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

1. 拉坯速度是指_____，单位为_____。

三、名词解释题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

1. IF 钢

四、简答题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

1. 简述 LF 的精炼渣的基本功能，写出 LF 精炼渣的成分组成及作用。

五、计算题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

1. 已知：铸坯断面为 $180\text{mm} \times 180\text{mm}$ ，结晶器凝固系数 $K_m = 20\text{mm}/\text{min}^{1/2}$ ，铸坯出结晶器下口安全厚度 $\delta = 12\text{mm}$ ，结晶器有效长度为 700mm ，求连铸机理论最大拉速？

六、分析题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

1. 亚包晶钢凝固特点是什么？分析说明为什么亚包晶钢是难连铸的钢种。