

湖南省高等教育自学考试

课程考试大纲

化工设备机械基础

(课程代码: 01088)

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：化工设备机械基础

课程代码：01088

第一部分 课程性质与目标

一、课程性质与特点

化工设备机械基础是高等教育自学考试化学工程（本科）专业的专业核心课程。本课程主要由三大部分组成：第一部分是静力学和材料力学，这一部分是化工设备的力学基础；第二部分包括压力容器设计的基础知识、选材要求及常用材料的特性、压力容器应力计算和设计计算的基本理论和方法，是化工设备设计的理论基础和依据；第三部分是典型化工过程设备，包括塔、换热器等典型设备的结构和工作原理。本课程是建立在机械、化工等学科基础上的具有一定理论分析且实践性较强的课程。

二、课程目标与基本要求

通过本课程学习，考生应具备化工设备的工程力学基本知识，了解化工设备的选材要求及常用材料的特性，掌握压力容器设计的基础知识和规范，了解压力容器设计的思路与方法，掌握典型设备的结构和工作原理。通过学习，考生要逐步树立工程意识，并能进行简单压力容器的设计，为化工机械设备的设计选用与管理奠定基础。

三、与本专业其它课程的关系

本课程以大学物理、化工制图、化工原理等课程为基础。

第二部分 课程内容与考核目标

第一篇 力学基础

第一章 刚体的受力分析及其平衡规律

一、学习目的与要求

通过本章学习，正确掌握生掌力、刚体、平衡等静力学基本概念，能正确地对构件进行受力分析，并画出受力图，求出未知约束力。正确掌握合力投影定理，力矩、力偶和力的平移，力的平移、平面力系的简化和合力矩定理。正确应用平面力系的平衡方程。

二、考核知识点与考核目标

（一）力的概念及其性质（重点）

识记：力的概念及作用形式、刚体的概念

理解：平衡的概念，包括平衡状态、平衡力系、二力平衡原理、二力构件、加减平衡力系原理和力的可传性原理等；作用和反作用定律

（二）刚体的受力分析（重点）

识记：自由体、非自由体、主动力、约束

理解：刚体处于平衡状态、使刚体处于平衡的条件

应用：典型（平面）约束类型

（三）平面交汇力系的简化与平衡（重点）

识记：力的投影、合力投影定理，力矩、力偶的概念

理解：力的平移、平面力系的简化和合力矩定理，平面一般力系的平衡条件

应用：求解物体平衡问题的解题方法和步骤

第二章 金属的力学性能

一、学习目的与要求

通过本章学习，正确掌握弹性变形、塑性变形概念及二者的区别。正确掌握内力与变形的关系以及轴力与变形关系。正确掌握拉压直杆横截面上的正应力计算。正确掌握金属材料的力学(机械)性能定义。了解低碳钢拉伸试验过程。掌握反映材料的强度指标、塑性指标、硬度及耐磨程度、韧性及对裂纹敏感程度等指标。

二、考核知识点与考核目标

（一）弹性体的变形与内力（一般）

识记：弹性变形、塑性变形、内力、内力与外力间的关系

理解：应力、应变的概念。

（二）材料的力学（机械）性能（一般）

识记：金属材料的力学性能试验，拉伸试验、压缩试验、金属的缺口冲击试验、硬度试验、弯曲试验；金属材料拉伸与冲击试验的新标准简介。

第三章 受拉（压）构件的强度计算与受剪切构件的实用计算

一、学习目的与要求

通过本章学习，正确掌握直杆轴向拉伸及压缩的内力和应力的求解。正确掌握直杆轴向拉伸和压缩时的变形的求解。

二、考核知识点与考核目标

（一）受拉直杆的强度计算（重点）

识记：轴向拉伸与压缩的概念

理解：轴向拉伸与压缩杆件的内力、应力。

应用：轴向拉伸与压缩杆件的内力与应力的计算、画轴力图。

(二) 拉(压)杆连接部分的剪切与挤压强度计算(次重点)

识记: 剪切与挤压的概念

应用: 挤压与挤压强度计算

第四章 直梁的弯曲

一、学习目的与要求

通过本章学习, 正确掌握根据梁的载荷条件, 分析各截面的剪力和弯矩, 绘制剪力图和弯矩图, 按弯曲正应力的强度条件计算和校核梁的强度, 能校核梁弯曲变形的刚度条件, 了解提高梁强度和刚度的措施。

二、考核知识点与考核目标

(一) 弯曲的概念和梁的分类及梁的内力分析(重点)

识记: 梁的分类

理解: 平面弯曲、剪力和弯矩

应用: 平面弯曲梁的内力与应力的计算、画弯矩图与剪力图。

(二) 纯弯曲时梁横截面上的正应力及正应力强度条件(重点)

识记: 正应力强度条件

理解: 纯弯曲时梁横截面上的正应力。提高梁弯曲强度。

(三) 直梁弯曲时的切应力和梁的变形(次重点)

理解: 纯弯曲时梁横截面上的正应力。提高梁弯曲刚度措施。

第五章 圆轴的扭转

一、学习目的与要求

通过本章学习, 正确掌握扭转的概念和实例。正确掌握扭转时外力和内力的计算。正确掌握圆轴扭转时的强度条件、变形和刚度条件。

二、考核知识点与考核目标

(一) 圆轴扭转的实例与概念(重点)

识记: 扭转的实例、扭转的变形特点

理解: 扭转的概念

(二) 扭转时外力和内力的计算(重点)

理解: 圆轴扭转时的应力

应用: 平面弯曲梁的内力与应力的计算、画扭矩图

(三) 圆轴扭转时的强度条件、变形和刚度条件(次重点)

识记: 圆轴扭转时横截面上的最大剪应力在截面、相对扭转角、抗扭刚度、圆轴扭转时的强度条件、变形和刚度条件

第二篇 压力容器

第六章 压力容器与化工设备常用材料

一、学习目的与要求

通过本章学习，熟悉碳钢与铸铁的主要组成元素及碳钢、合金钢分类、牌号、用途。了解钛金属的特点与用途。了解常用的热处理形式。了解常见的几种腐蚀及防止方法。

二、考核知识点与考核目标

（一）压力容器选材（次重点）

识记：金属的晶体结构；钢的热处理方法；锻件的分类与应用；压力容器和（二）化工设备选材的基本原则与规定（次重点）

识记：碳钢的性能、分类和牌号；铸铁的性能、分类和牌号；合金元素在钢铁中的作用，常用的低合金钢和高合金钢

理解：金属材料的机械性能、物理性能、耐腐蚀性能、制造工艺性能

第七章 压力容器中的薄膜应力、弯曲应力与二次应力

一、学习目的与要求

通过本章学习，正确掌握薄膜应力的概念。正确掌握最大薄膜应力表达通式。了解决定薄膜应力大小的两个基本因素。正确掌握内压薄壁容器的应力分析方法。

二、考核知识点与考核目标

（一）回转壳体的几何特性（次重点）

识记：回转壳体、轴对称的概念

（二）回转壳体薄膜应力分析（一般）

识记：薄膜应力的概念、边缘应力的概念及特点；

理解：典型回转壳体的应力分析

第八章 内压力容器

一、学习目的与要求

通过本章学习，正确掌握内压薄壁容器的设计方法。正确掌握薄壁容器的几何特征。

二、考核知识点与考核目标

（一）设计参数的确定（重点）

识记：容器直径、工作压力与设计压力 p 、设计温度 t 、计算压力 p_c 、许用应力 $[\sigma]$ 、焊接接头系数 ϕ 等概念。

(二) 内压容器筒体与封头厚度的计算（重点）

应用：壳体和封头的厚度设计，中径公式，强度校核。

(三) 在役压力容器的强度校核（次重点）

理解：在役压力容器的校核原则

第九章 外压容器与压杆的稳定性计算

一、学习目的与要求

通过本章学习，正确掌握外压长圆筒与短圆筒的概念。掌握外压薄壁容器的设计方法。

二、考核知识点与考核目标

(一) 稳定的概念（重点）

识记：失稳概念

(二) 外压圆筒环向稳定计算（重点）

识记：失稳概念、长圆筒、短圆筒、临界压力等概念。

理解：影响临界压力的因素、 $R-A$ 曲线

(三) 封头的稳定计算（次重点）

识记：外压球壳及凸型封头

(四) 圆筒的轴向稳定校核（一般）

识记：轴向稳定许用应力的确定方法

第十章 法兰连接

一、学习目的与要求

通过本章学习，正确掌握法兰的主要结构形式，会选用法兰。

二、考核知识点与考核目标

(一) 压力容器法兰连接（重点）

识记：法兰连接的密封原理和受力分析结论；容器的法兰类型、法兰结构和尺寸系列的基本参数，法兰密封垫片种类

(二) 管法兰连接（次重点）

识记：管法兰类型、结构和尺寸系列的基本参数，密封垫片种类

第十一章 人孔、手孔、视镜和液面计

一、学习目的与要求

通过本章学习，熟悉容器上开设人孔、手孔及安装视镜和液面计的有关规定，

了解人孔、手孔标准。

二、考核知识点与考核目标

（一）人孔和手孔（次重点）

识记：容器上开设人孔和手孔的有关规定

（二）视镜和液面计（次重点）

识记：视镜和液面计的作用、类型

第十二章 开孔补强和设备凸缘

一、学习目的与要求

通过本章学习，了解设备的开孔补强结构及补强计算

二、考核知识点与考核目标

（一）补强结构与计算（重点）

识记：补强圈补强、结构厚壁管补强、结构整锻件补强结构形式。补强计算方法及理论。

应用：补强圈补强、结构厚壁管补强、结构整锻件补强结构各自应用场合。

（二）容器上开孔及补强的有关规定（次重点）

识记：容器上开孔及补强的有关规定

第十三章 容器支座

一、学习目的与要求

通过本章学习，了解设备的支座型式及选择原则。

二、考核知识点与考核目标

（一）卧式容器支座（重点）

识记：卧式容器的支座有三种形式即鞍座、圈座和支腿。

（二）立式容器支座（次重点）

识记：立式容器的支座有四种：耳式支座、支承式支座、腿式支座和裙式支座

第十四章 容器的焊接结构

一、学习目的与要求

通过本章学习，掌握压力容器中的焊缝分类。

二、考核知识点与考核目标

（一）焊接接头及其分类（重点）

识记：接头形式、坡口形式、焊接形式。压力容器焊接接头分类。

（二）压力容器上的焊接接头（次重点）

理解：坡口尺寸、焊接形式对焊接质量的影响。

(三) 焊接结构(一般)

识记: 焊接结构设计原则

(四) 焊接接头的检验(一般)

识记: 主要焊接缺陷及检验方法

(五) 焊接材料(次重点)

识记: 焊条型号

第十五章 压力容器监察管理

一、学习目的与要求

通过本章学习,了解压力容器的相关法律法规、固容规对压力容器的分类;正确掌握压力试验及泄露试验。

二、考核知识点与考核目标

(一) 压力容器划类及分类管理(次重点)

识记:《固容规》和GB150两法规文件涉及的主要内容和管辖范围;压力容器的设计管理、制造管理和使用管理;压力容器定期检验的类别、期限和内容;压力容器的安全状况等级

(二) 压力容器的压力试验及泄露试验(重点)

理解:压力试验与气密试验的方法和要求

第三篇 典型化工设备

第十六章 管壳式换热器

一、学习目的与要求

通过本章学习,了解管壳式换热器的分类、结构特点,理解其工作原理。

二、考核知识点与考核目标

(一) 管壳式换热器的总体结构(重点)

识记:管壳式换热器的组成结构,四种形式管壳式换热器的结构特点;管箱的结构组成,管束的布置,管板受力的定性分析;

(二) 管壳式换热器的主要零部件(次重点)

理解:固定管板换热器产生的轴向热应力及减缓措施;换热管与管板的连接方式;波形膨胀节的结构;折流板的作用、结构与固定方式。

第十七章 板式塔

一、学习目的与要求

通过本章学习,了解塔设备的分类、填料塔和板式塔的结构特点、理解其工作

原理。

二、考核知识点与考核目标

（一）板式塔结构（重点）

识记：裙式支座的结构。板式塔的总体结构，塔盘的结构种类，塔顶吊柱的结构，保温装置的固定

理解：裙式支座的结构

（二）塔的机械设计（一般）

识记：轴向强度及稳定性校核的基本步骤

第三部分 有关说明与实施要求

一、考核目标的能力层次表述

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。各能力层次之间为递进等级关系，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，并可以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：

化工设备机械基础，董大勤，北京：化学工业出版社，2012 年第四版

2. 参考教材：

化工设备机械基础，喻健良，大连：大连理工大学出版社，2013 年版

化工设备机械基础，潘永亮，北京：科学出版社，2007 年版

三、自学方法指导

1. 在开始阅读指定教材某一章之前，先阅读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，吃透每个知识点，对基本概念必须深刻理解，对基本理论必须彻底清楚，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，加深对问题的认识、理解和记忆，以利于既突出重点，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，注重理论练习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、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. 掌握各知识点要求达到的能力层次，并深刻理解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. 辅导时应注意突出重点，对考生提出的问题，不要有问即答，要积极启发引导。
6. 注意对应考者能力的培养，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 2 个学分，建议总学时不少于 36 学时，其中助学学时分配如下：

	章节	课 程 内 容	学 时
学 基 础 第 一 篇	1	刚体的受力分析及其平衡规律	4.5
	2	金属的力学性能	1.5
	3	受拉（压）构件的强度计算与受剪切构件的实用计算	3
	4	直梁的弯曲	4
	5	圆轴的扭转	4
压 力 容 器 第 二 篇	6	压力容器与化工设备常用材料	2
	7	压力容器中的薄膜应力、弯曲应力与二次应力	1
	8	内压力容器	5
	9	外压力容器与压杆的稳定计算	3
	10	法兰连接	0.5
	11	人孔、手孔、视镜和液面计	0.2
	12	开孔补强与设备凸缘	0.5
	13	容器支座	0.3
	14	容器的焊接结构	0.5
	15	压力容器监察管理	0.5
典 型 化 工 设 备 第 三 篇	16	管壳式换热器	2
	17	板式塔	2
	18	答疑	1.5
总 计			36

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 25%、“应用”为 55%。
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、简答题、应用题。
6. 考试采用闭卷笔试，考试时间为 150 分钟，采用百分制评分，60 分合格。

六、试题示例（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. 对钢材性能有害的元素是
A. Cr B. P C. Ni D. Mn
2. 中压容器的设计压力范围 P 为
A. $P \geq 10 \text{ MPa}$ B. $1.6 \leq P < 10 \text{ MPa}$
C. $0.1 \leq P < 1.6 \text{ MPa}$ D. $0 < P \leq 0.1 \text{ MPa}$

二、填空题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

1. 一个平面内力偶系可以用_____等效代替。

三、简答题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

1. 随着钢中含碳量的增加，钢的强度、硬度和塑性分别会有什么变化？
2. 管壳式换热器中，换热管与管板的连接方式有哪些？它们各有何特点？

四、应用题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

1. 图 1 所示结构，试画出杆件 AD、BC 和整个杆系的受力图，各杆件的自重不计（不能用两个垂直分力表示固定铰支的约束力）。

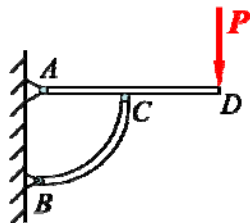


图 1

2. 液氨贮罐，设计压力 $p=2.5 \text{ MPa}$ ，操作温度 $5 \sim 55^\circ \text{C}$ ，贮罐内径 $D_i=2400 \text{ mm}$ ，筒体材料为 Q345R， $[\sigma]_t=163 \text{ MPa}$ ，焊缝为 V 型坡口双面焊接，采用局部无损探伤 $\Phi=0.85$ ，钢板负偏差为 $C_1=0.8 \text{ mm}$ ，腐蚀裕量 $C_2=1 \text{ mm}$ ，材料的 $\sigma_s=345 \text{ MPa}$ 。
(1) 确定筒体的壁厚。
(2) 确定水压试验压力，并校核水压试验强度。