

高纲 4350

江苏省高等教育自学考试大纲

13734 化工原理

南京工业大学编（2024 年）

I 课程性质与课程目标

一、课程性质和特点

《化工原理》是江苏省高等教育自学考试化学工程与工艺专业（专升本）的一门课程。设置本课程，旨在向考生介绍化工生产中各种单元操作的基本原理、过程设备和计算方法，培养考生具有运用课程有关理论来分析和解决化工生产过程中常见实际问题的能力。

《化工原理》课程以实际化工生产过程中物理加工过程为背景，担负着由理论到工程、由基础到专业的桥梁作用，是化工类及相近专业一门重要的专业基础课程。根据上述特点，本课程既考核单元操作过程的基本原料与过程设备，也考核相应的过程分析与计算的能力，并且对后者有所侧重。

二、课程目标

课程设置的目的是使得考生能够：

1. 熟练掌握最基本的单元操作的基本概念和基础理论，对单元过程的典型设备具备基础的判断和选择能力。
2. 掌握本大纲所要求的单元操作的常规计算方法，常见过程的计算和典型设备的设计计算或选型。
3. 熟悉运用过程的基本原理，根据生产上的具体要求，对各单元操作进行调节。
4. 了解化工生产的各单元操作中的故障，能够寻找和分析原因，并提出消除故障和改进过程及设备的途径。

三、与相关课程的联系与区别

《化工原理》这门课程难度大，要求高。学习本课程应具备有机化学、无机化学、物理化学等的知识。本课程也是其他课程如《化学反应工程》《化工工艺学》的基础课程。

四、课程的重点和难点

本课程的重点为：流体流动及输送、传热、吸收、精馏、干燥等常见单元操作的基本概念和基础理论，进行常见单元操作过程的计算和典型设备的设计计算或选型；常见单元操作中典型设备的构造、性能及操作原理，对常见单元过程的典型设备具备基础的判断和选择能力。

本课程的难点为：根据生产上的具体要求，对各单元操作进行调节；能够寻找和分析化工生产的各单元操作中的故障原因，并提出消除故障和改进过程及设备的途径。

II 考核目标

《化工原理》课程主要从识记、领会、简单应用和综合应用四个层次对考生进行考核，各层次要求考生应达到的能力层次要求为：

识记：指学习后应当记住的内容，包括概念、原则、方法的含义等。这是最低层次的要求。

领会：指在识记的基础上，全面把握基本概念、基本原则、基本方法，并能表达其基本内容和基本原理，能够分析和说明相关问题的区别与联系。这是较高层次的要求。

简单应用：指能够根据已经掌握的单元操作知识对具体的单元操作过程进行分析和计算，得出正确的结果或做出正确的判断。

综合应用：指能够根据已经掌握的单元操作知识对生产中的复杂工程问题进行分析，对单元操作进行调节，分析并解决单元操作中遇到的故障。

III 课程内容与考核要求

绪 论（本章内容不作考核要求）

第一章 流体流动

一、学习目的与要求

熟练掌握流体静力学基本方程式，连续性方程式和柏努利方程式及其应用；正确理解流体的流动类型和流动阻力的概念；掌握流体流动阻力的计算，简单管路的设计型计算和输送能力的核算。了解测速管、文丘里流量计、孔板流量计和转子流量计的工作原理和基本计算。

二、考核知识点与考核要求

识记：①流体及其特征；②流体的流动类型和流动阻力的概念。

领会：①测速管、文丘里流量计、孔板流量计和转子流量计的工作原理和基本计算。

简单应用：①流体静力学基本方程式、连续性方程式和柏努利方程式及其应用；②流体流动阻力的计算。

综合应用：①简单管路的设计型计算和输送能力的核算。

三、本章的重点和难点

本章重点：①流体流动过程中的基本原理及流体在管内的流动规律；②柏努利方程式的应用；③流体在管道内的流动阻力产生的原因和摩擦阻力的计算；④简单管路的计算。

本章难点：①流体的不同流型的摩擦系数及其计算，简单管路的设计型计算和输送能力的核算。

第二章 流体输送机械

一、学习目的与要求

掌握离心泵的性能参数、泵的特性曲线、工作点和流量调节；了解离心泵安装高度的确定原则；正确选用离心泵的型号。

二、考核知识点与考核要求

识记：①离心泵的结构及基本方程式；②流体输送机械的类型；③离心泵的特性曲线及其影响因素；④管路特性曲线方程式。

领会：①掌握离心泵的性能参数及影响因素、管路特性曲线、工作点和流量调节。

简单应用：①离心泵的工作点的改变；②离心泵安装高度的计算、离心泵的选型。

三、本章的重点和难点

本章重点：①离心泵的特性曲线及其影响因素，管路特性曲线方程式。

本章难点：①离心泵的工作点的改变，离心泵安装高度的计算。

第三章 颗粒流体力学基础与机械分离（本章内容不作考核要求）

第四章 传热及换热器

一、学习目的与要求

熟练掌握热传导的基本原理、傅里叶定律、平壁与圆筒壁的稳定热传导及计算，掌握对流传热的基本原理、牛顿冷却定律、对流传热系数关联式的用法和条

件；熟练运用传热速率方程并对热负荷、平均温度差、总传热系数进行计算；要求能够根据计算结果及工艺要求选用合适的换热器。了解列管换热器的结构特点及其应用。

二、考核知识点与考核要求

识记：①传热基本原理；②傅立叶定律；③牛顿冷却定律；④对流传热的基本原理；⑤列管换热器的结构特点及其应用。

领会：①平壁与圆筒壁的稳定热传导及计算；②对流传热系数关联式的用法和条件。

简单应用：①换热器的热负荷计算；②对数平均温度差的计算；③总传热系数的计算。

综合应用：①换热器的设计与选型；②传热过程强化方法；③换热器的校核型计算。

三、本章的重点和难点

本章重点：①傅立叶定律及其一维稳态热传导应用；②牛顿冷却定律和影响对流传热系数的主要因素；③流体在圆形直管内强制湍流传热及对流传热系数的计算；④换热器的热负荷计算，对数平均温度差的计算；⑤总传热系数的计算；⑥换热器的设计型计算。

本章难点：①传热过程中传热速率、传热推动力和热阻的基本概念；②流体的相态的物理性质，流动状况和类型以及传热设备的型式对对流传热过程的影响；③对流传热系数的类比法的应用，换热器的总传热系数与对流传热系数的关系及其简化应用；④换热器的核算型计算。

第五章 蒸 发（本章内容不作考核要求）

第六章 气 体 吸 收

一、学习目的与要求

掌握吸收的概念、类型和目的；了解解吸的概念；掌握溶剂选择的原则；掌握亨利定律三种表达形式及相关的计算；掌握吸收与解吸的过程方向判断及过程推动力的计算。了解菲克定律的适用范围；掌握等摩尔相向分子扩散和分子单向扩散时，分子扩散速率与传质速率之间的关系；了解气、液相分子扩散系数。了

解吸收过程；掌握双膜理论；掌握汽、液相总传质系数的计算方法，以及推动力与阻力的关系；掌握气膜控制和液膜控制；掌握物料衡算和操作线方程；掌握汽、液相总传质单元高度及总传质单元数常用的计算方法；掌握设计型和操作型计算；了解其它吸收流程。

二、考核知识点与考核要求

识记：①吸收的概念、类型和目的；②解吸的概念；③溶剂选择的原则。

领会：①亨利定律三种表达形式及相关的计算；②吸收与解吸的过程方向判断及过程推动力的计算；③菲克定律的适用范围；④分子扩散速率与传质速率之间的关系。

简单应用：①掌握摩尔相向分子扩散和分子单向扩散传质速率积分式的区别；②汽、液相总传质系数的计算方法；③推动力与阻力的关系；④物料衡算和操作线方程，汽、液相总传质单元高度及总传质单元数常用的计算方法。

综合应用：①设计型和操作型计算；②其它吸收流程。

三、本章的重点和难点

本章重点：①溶剂选择；②亨利定律；③菲克定律；④双膜理论；⑤汽、液相总传质系数；⑥操作线；⑦平衡线；⑧设计型和操作型计算。

本章难点：①分子扩散传质速率积分式；②操作型的计算及分析。

第七章 液 体 蒸 馏

一、学习目的与要求

了解蒸馏原理；掌握相对挥发的定义；了解闪蒸的原理；了解简单蒸馏的计算；掌握精馏原理及回流的定义；掌握全塔物料衡算；掌握恒摩尔流假设；掌握五种进料状态；掌握平衡线、 q 线、精馏段操作线和提馏段操作线；掌握理论板的定义及全塔效率的概念。掌握全回流、最小回流比和最佳加料板位置的概念；掌握进料状态对理论塔板数的影响；掌握设计型计算中图解法、逐板计算法求解理论塔板数的方法；在操作型计算中，掌握进料浓度、回流比的变化对塔顶产品和塔底产品的影响。了解直接蒸汽加热、分凝器、冷液回流、侧线出料和回收塔各自的特点。

二、考核知识点与考核要求

识记：①蒸馏原理；②相对挥发度；③恒摩尔流假设；④理论板的定义及全

塔效率的概念；⑤全回流、最小回流比和最佳加料板位置的概念。

领会：①全塔物料衡算；②恒摩尔流假设；③五种进料状态；④平衡线、 q 线、精馏段操作线和提馏段操作线；⑤进料状态对理论塔板数的影响；⑥直接蒸汽加热、分凝器、冷液回流、侧线出料和回收塔各自的特点。

简单应用：①简单蒸馏的计算；②设计型计算中图解法、逐板计算法求解理论塔板数的方法。

综合应用：①在操作型计算中，掌握进料浓度、回流比的变化对塔顶产品和塔底产品的影响。

三、本章的重点和难点

本章重点：①相对挥发度；②“ $t \sim x \sim y$ ”图线；③精馏原理；④恒摩尔流假设；⑤进料状态；⑥操作线方程；⑦操作型计算和设计型计算。

本章难点：①“ $t \sim x \sim y$ ”图线；②精馏原理；③操作型计算与判断。

第八章 塔设备（本章内容不作考核要求）

第九章 液液萃取（本章内容不作考核要求）

第十章 固体干燥

一、学习目的与要求

了解湿分的定义、去湿的方法及干燥的分类；了解干燥过程的必要条件和干燥推动力。掌握湿空气的主要性质，它们的定义和计算公式；掌握物干燥过程的物料衡算和热量衡算；掌握干燥器的热效率和干燥效率的定义。了解物料中所含水分性质；掌握干燥速率的定义及干燥速率曲线；了解影响恒速干燥和降速干燥的因素。掌握恒速和降速段干燥时间的计算方法。了解干燥器的主要形式及它们的特点。

二、考核知识点与考核要求

识记：①湿分的定义、去湿的方法及干燥的分类；②干燥过程的必要条件和干燥推动力；③掌握湿空气的主要性质；④物料中所含水分性质；⑤平衡水分与自由水分、结合水分与非结合水分的概念干燥器的主要形式的特点。

领会：①掌握干燥器的热效率和干燥效率；②干燥速率的定义及干燥速率曲线；③影响恒速干燥和降速干燥的因素。

简单应用：①干燥过程的物料衡算和热量衡算；②恒速和降速段干燥时间的计算方法。

三、本章的重点和难点

本章重点：①湿空气性质；②物料衡算和热量衡算；③干燥速率和干燥速率曲线；④临界水含量；⑤干燥时间的计算。

本章难点：①露点；②湿球温度；③绝热饱和温度；④影响恒速干燥和降速干燥的因素。

第十一章 吸附（本章内容不作考核要求）

第十二章 膜分离技术（本章内容不作考核要求）

IV 关于大纲的说明与考核实施要求

一、自学考试大纲的目的和作用

课程自学考试大纲是根据专业考试计划的要求，结合自学考试的特点而确定。其目的是对个人自学、社会助学和课程考试命题进行指导和规定。

课程自学考试大纲明确了课程学习的内容以及深广度，规定了课程自学考试的范围和标准。因此，它是编写自学考试教材和辅导书的依据，是社会助学组织进行自学辅导的依据，是考生学习教材、掌握课程内容知识范围和程度的依据，也是进行自学考试命题的依据。

二、课程自学考试大纲与教材的关系

课程自学考试大纲是进行学习和考核的依据，教材则列出了考生学习本课程的基本内容与范围，教材的内容是大纲所规定的课程知识和内容的扩展与发挥。课程内容在教材中可以体现一定的深度或难度，但在大纲中对考核的要求一定要适当。

大纲与教材所体现的课程内容应基本一致，大纲中的课程内容和考核知识点，教材里一般也要有；反过来，教材里有的内容，大纲里就不一定体现。

三、关于自学教材

本课程使用教材为：《化工原理》（第四版），管国锋、赵汝溥主编，化学工业出版社，2015年。

四、关于自学要求和自学方法的指导

本大纲的课程基本要求是依据专业考试计划和专业培养目标而确定的。课程基本要求还明确了课程的基本内容，以及对基本内容掌握的程度。基本要求中的知识点构成了课程内容的主体部分。因此，课程基本内容掌握程度、课程考核知识点是高等教育自学考试考核的主要内容。

为了有效地指导个人自学和社会助学，本大纲已指明了课程的重点和难点，在章节的基本要求中一般也指明了章节内容的重点和难点。

考生在自学过程中应该注意以下问题：

1. 在全面系统学习的基础上理解和掌握各种单元操作的基本原理、基本概念和计算方法

学习时应注意以下几点：

①深入理解化工原理中的基本概念，熟悉每个单元操作的基本原理。

②各单元操作之间既有区别又有联系，学习过程中要主要领会《化工原理》课程的主线；

③化工原理计算量较大，要加强对重点公式的理解，培养良好的计算习惯，重视解题思路总结。

④将所学的知识点进行归纳和整理，形成一个清晰的知识体系框架。

2. 将化工原理学习与工程实践相结合，提高解决复杂工程问题的能力

《化工原理》是一门实践性很强的学科，因此在学习过程中要注重理论与实践的结合。尝试通过实验、课程设计或工厂实习等方式，将理论知识应用到实际问题中，加深对原理的理解。掌握各单元操作中典型设备的构造、性能及操作原理，根据生产上的具体要求，对各单元操作进行调节。能够寻找和分析化工生产的各单元操作中的故障原因，并提出消除故障和改进过程及设备的途径。

五、应考指导

1. 如何学习

周全的计划和组织是学习成功的法宝。具体要做到以下几点：

①在学习时，一定要跟紧课程并完成作业。

②为了在考试中做出满意的回答，必须对所学课程的内容有很好的理解。

③可以使用“行动计划表”来监控学习的进展。

④阅读课本时最好做读书笔记，如有需要重点主要的内容，可以用彩笔来标

注。如：红色代表重点；绿色代表需要深入研究的领域；黄色代表可以运用在工作之中的知识点。还可以在空白处记录相关网站、文章等。

2. 如何考试

一是卷面要整洁。评分教师只能为他能看懂的内容打分，而书写工整、段落与间距合理、卷面赏心悦目有助于教师评分。二是在答题时，要回答所问的问题，而不能随意地回答，要避免超过问题的范围。

六、对社会助学的要求

1. 社会助学者应根据本大纲规定的课程内容和考核要求，认真钻研指定教材，明确本课程与其他课程不同的特点和学习要求，对考生进行切实有效的辅导，引导他们防止自学中可能出现的各种偏向，把握社会助学的正确导向。

2. 正确处理基础知识和应用能力的关系，努力引导考生将识记、领会与应用联系起来，有条件的应适当组织考生进行化工实验、课程设计和工厂实习，学会把基础知识和理论转化为应用能力，在全面辅导的基础上，着重培养和提高考生提出问题、分析问题和解决问题的能力。

3. 要正确处理重点和一般的关系。课程内容有重点与一般之分，但考试内容是全面的。社会助学者应指导考生全面系统地学习教材，掌握全部考试内容和考核知识点，在此基础上突出重点。总之，要把重点学习与兼顾一般相结合，防止孤立地抓重点，甚至猜题、押题。

七、对考核内容的说明

1. 本课程要求考生学习和掌握的知识点内容都作为考核的内容。课程中各章的内容均由若干知识点组成，在自学考试成为考核知识点。因此，课程自学考试大纲中所规定的考试内容是以分解为考核知识点的方式给出的。由于各知识点在课程中的地位、作用以及知识自身的特点不同，自学考试将对各知识点分别按四个能力层次确定其考核要求。

2. 在考试之日起6个月前，由全国人民代表大会和国务院颁布或修订的相关法律、法规都将列入相应课程的考试范围。凡大纲、教材内容与现行法律法规不符的，应以现行法律法规为准。命题时也会对我国经济建设和科技文化发展的重大方针政策的变化予以体现。

八、关于考试命题的若干规定

1. 本课程的命题考试,应根据本大纲所规定的课程内容和考核要求来确定考试范围和考核要求,不能任意扩大或缩小考试范围,提高或降低考核要求。考试命题要覆盖到各章,并适当突出重点章节,体现本课程的内容重点。

2. 本课程在试卷中对不同能力层次要求的分数比例大致为:识记部分占 20%,领会部分占 30%,简单应用部分占 30%,综合应用部分占 20%。

3. 本大纲各章所规定的课程内容、知识点及知识点下的知识细目,都属于考核的内容。考试命题既要覆盖到章,又要避免面面俱到。要注意突出课程的重点、章节的重点,加大重点内容的覆盖度。

4. 命题不应有超出大纲中考核知识点范围的题,考核要求不得高于大纲中所规定的相应的最高能力层次要求。命题应着重考核考生对基本概念、基本知识和基本理论是否了解或掌握,对基本方法是否会用或熟练运用。

5. 要合理安排试题的难易程度,试题的难度可分为:易、较易、较难和难四个等级。每份试卷中不同难度试题的分数比例一般为:2:3:3:2。

必须注意试题的难易程度与能力层次有一定的联系,但二者不是等同的概念。在各个能力层次中对于不同的考生都存在着不同的难度。

6. 考试方式为闭卷、笔试,考试时间为 150 分钟。评分采用百分制,60 分为及格。考生只准携带 0.5 毫米黑色墨水的签字笔、铅笔、圆规、直尺、三角板、橡皮等必需的文具用品及没有存贮功能的普通计算器。

7. 本课程考试命题的主要题型一般有单项选择题、填空题、简答题和计算题等题型。

附录 题型举例

一、单项选择题

1. 某一套管换热器用管间饱和蒸汽加热管内空气,设饱和蒸汽温度为 110°C ,空气进口温度为 20°C ,出口温度为 60°C ,问此套管换热器内管壁温应是()

- | | |
|-------------|-------------------|
| A. 接近空气平均温度 | B. 接近空气出口温度 |
| C. 接近饱和蒸汽温度 | D. 接近饱和蒸汽和空气的平均温度 |

参考答案: C

二、填空题

1. 当地大气压为 750mmHg ,测得一容器内的绝对压强为 350mmHg ,则真空度为_____mmHg。

参考答案：400

三、简答题

1. 吸收剂的进塔条件有哪三个要素？操作中调节这三个要素，对吸收结果分别有何影响？

参考答案：

吸收剂的进塔条件包括液相流率 L 、温度 t_a 及溶质含量 x_a 三大要素。增大吸收剂用量，操作线斜率增大，出口气体含量下降。

降低吸收剂温度，气体溶解度增大， m 减小，平衡线下移，平均推动力增大。吸收剂入口溶质含量下降，液相入口处推动力增大，全塔平均推动力增大。

四、计算题

1. 用常压精馏塔分离双组分理想混合物，泡点进料，进料量 100kmol/h ，加料组成为 0.5 （摩尔分率，下同）塔顶产品组成 $x_D=0.95$ ，产量 $D=50\text{kmol/h}$ ，回流比 $R=2R_{\min}$ ，设全塔均为理论板。相对挥发度 $\alpha=3$ 。求：

- (1) 最小回流比 R_{\min} ；
- (2) 精馏段和提馏段上升蒸汽量；
- (3) 列出精馏段操作线方程和提馏段操作线方程。

参考答案： $q=1$, $F=100\text{Kmol/h}$, $x_F=0.5$, $x_D=0.95$, $D=50\text{Kmol/h}$, $R=2R_{\min}$, $\alpha=3$

(1) 因为： $q=1$ ，所以 q 线方程为： $x_q=x_F=0.5$ ，

$$y_q = \frac{\alpha \times x_q}{1 + (\alpha - 1) \times x_q} = 3 \times 0.5 / [1 + (3 - 1) \times 0.5] = 0.75$$

$$\text{所以：} R_{\min} = \frac{x_D - y_q}{y_q - x_q} = \frac{0.95 - 0.75}{0.75 - 0.5} = 0.8$$

(2) 精馏段： $V=(R+1) \cdot D=(2R_{\min}+1) \cdot D=(2 \times 0.8+1) \times 50=130\text{Kmol/h}$

提馏段： $V'=V=130\text{Kmol/h}$

(3) 精馏段操作线：

$$\begin{aligned} y_{n+1} &= \frac{R}{R+1} x_n + \frac{x_D}{R+1} = \frac{2R_{\min}}{2R_{\min}+1} x_n + \frac{x_D}{2R_{\min}+1} \\ &= \frac{2 \times 0.8}{2 \times 0.8+1} x_n + \frac{0.95}{2 \times 0.8+1} = 0.615x_n + 0.3654 \end{aligned}$$

提馏段操作线：

因为 $W=F-D=100-50=50\text{Kmol/h}$

$$x_w = (F \cdot x_F - D \cdot x_D) / W = (100 \times 0.5 - 50 \times 0.95) / 50 = 0.05$$

$$L'=L+q\cdot F=R\cdot D+q\cdot F=2\times 0.8\times 50+100=180$$

$$\text{所以: } y'_{m+1}=\frac{L'}{V'}\cdot x_m'-\frac{W}{V'}\cdot x_w=(180/130)\cdot x_m'-(50/130)\cdot 0.05$$

$$=1.3846\cdot x_m'-0.01923$$