

西南石油大学

2024年博士研究生招生同等学力加试专业课考试大纲

考试科目名称：工程流体力学

一、考试性质

工程流体力学是博士研究生入学考试同等学力加试科目之一。本考试大纲的制定力求反映招生类型的特点，科学、公平、准确、规范地测评考生的相关基础知识掌握水平，考生分析问题和解决问题及综合知识运用能力。报考人员应根据本大纲的内容和要求自行组织学习内容和掌握有关知识。

本大纲主要包括本大纲主要包括流体及其主要物理性质、流体静力学、流体运动学、流体动力学、量纲分析与相似原理、流动阻力与水头损失、管路的水力计算、一元非恒定流、理想不可压缩流体平面势流、气体的一元恒定流动和非牛顿流体的流动等内容。考生应系统的掌握流体力学的基本概念、基本理论、基本计算方法。

二、考试主要内容

(一) 流体及其主要物理性质

1、基本要求

了解流体的概念及特性；正确理解流体连续介质模型；掌握流体的主要物理性质，特别是粘性和牛顿内摩擦定律；正确理解理想流体和实际流体、不可压缩流体和可压缩流体的概念；会分析作用在流体上的力。

2、考试范围

(1) 流体的概念与连续介质模；

(2) 流体主要物理性质作用在流体上的力。

3、考核知识点

(1) 流体的定义及特性；

(2) 流体的主要物理性质：流体的密度和相对密度、流体的压缩性和膨胀性、流体的粘性及表面张力；

(3) 分析作用在流体上的力。

4、考核要求

(1) 识记

流体的特性；流体的密度和相对密度、流体的压缩性和膨胀性、流体的粘性
及表面张力的定义及这些物理量的单位。

(2) 领会

不可压缩流体的概念；连续介质模型、不可压缩流体模型、理想流体模型；速度梯度的物理意义；牛顿内摩擦定理；质量力和表面力。

(3) 简单应用

运动粘度和动力粘度的关系；牛顿内摩擦力的计算；流体的压缩性和膨胀性的计算。

(4) 综合应用

会分析作用在流体上的力；粘性阻力的计算分析。

(二) 流体静力学

1、基本要求

掌握流体静压强及其特性；了解流体平衡微分方程建立的思路 and 过程；掌握等压面的方程和等压面的性质；了解静力学基本方程式的推导过程和方程的

意义及适用条件；掌握压力的测量标准及压力的单位；了解测压计的原理，掌握测压管和比压计测量一点的压力和比较两点压差的方法；了解等加速水平运动容器中流体的相对平衡、等角速度旋转容器中流体的相对平衡。掌握静止流体作用在平面上的总压力及作用点的计算方法；掌握静止流体作用在曲面上的总压力及作用点的计算方法。

2、考试范围

- (1) 静止压强及其性质；
- (2) 流体平衡微分方程；
- (3) 重力作用下流体静压强分布；
- (4) 液体的相对平衡；
- (5) 静止液体作用于平面上的总压力；
- (6) 静止液体作用于曲面上的总压力。

3、考核知识点

- (1) 流体静压强及其特性；
- (2) 等压面的方程和等压面的性质；
- (3) 静力学基本方程式的几何意义、物理意义及适用条件；
- (4) 用测压管和比压计测量一点的压力和比较两点的压差；
- (5) 等加速水平运动容器中流体的相对平衡、等角速度旋转容器中流体的相对平衡；
- (6) 静止流体作用在平面上的总压力及作用点；
- (7) 静止流体作用在曲面上的总压力及作用点。

4、考核要求

(1) 识记

流体静压强及其特性；等压面的定义和等压面的性质；绝对压力、相对压力、真空压力的定义和它们之间的关系；绝对静止、相对静止；压力体。

(2) 领会

流体平衡微分方程建立的思路 and 过程；静力学基本方程式的推导过程；静止流体作用在平面上的总压力及作用点的计算方法；静止流体作用在曲面上的总压力及作用点的计算方法。

(3) 简单应用

已知质量力求等压面方程；已知质量力求静压力的分布规律；计算静止液体中任一点的静压力；计算静止液体中两点的压差；画压力体。

(4) 综合应用

应用静力学基本方程式计算静止流体作用在平面上的总压力及作用点；应用静力学基本方程式计算静止流体作用在曲面上的总压力及作用点。

(三) 流体运动学

1、基本要求

了解研究流体运动的两种方法；掌握流体运动的基本概念；掌握连续性方程、了解流体微团运动分析。

2、考试范围

(1) 描述流体运动的两种方法；

(2) 流体运动的几何描述；

(3) 流体运动的分类；

(4) 流体运动的基本概念；

- (5) 连续性微分方程;
- (6) 流体微团的运动分析。

3、考核知识点

- (1) 研究流体运动的两种方法;
- (2) 流体运动的基本概念;
- (3) 恒定流动的连续性方程;
- (4) 流体微团运动分析。

4、考核要求

(1) 识记

研究流体运动的两种方法; 流体运动的基本概念: 恒定流和非恒定流、迹线和流线、流管、流束和总流、有效断面、流量和平均流速; 流体微团运动的三种形式。

(2) 领会

连续性微分方程的物理意义; 体积膨胀速率的物理意义。

(3) 简单应用

欧拉法中加速度的计算; 体积流量和重量流量的转换; 已知流量求断面的平均流速; 已知速度场求流线方程; 线变形、角变形和旋转角速度的计算。

(四) 流体动力学

1、基本要求

掌握理想流体运动的伯努利方程、实际流体总流的伯努利方程及其应用; 掌握泵的扬程、有效功率的计算; 掌握稳定流的动量方程及其应用。

2、考试范围

- (1) 理想流体运动微分方程及伯努利方程;
- (2) 实际流体总流的伯努利方程及其应用;
- (3) 泵对液流能量的增加;
- (4) 雷诺输运定理;
- (5) 恒定总流的动量方程及其应用;
- (6) 恒定总流动量矩方程。

3、考核知识点

(1) 理想流体运动的伯努利方程式、实际流体总流的伯努利方程式的意义及适用条件、伯努利方程式的应用;

- (2) 水头线;
- (3) 泵的扬程、有效功率;
- (4) 动量方程及其应用;
- (5) 恒定总流动量矩方程及其应用。

4、考核要求

(1) 识记

泵的扬程、有效功率; 系统、控制体。

(2) 领会

理想流体伯努方程的几何意义和物理意义; 理想流体运动的伯努利方程、实际流体总流的伯努利方程的适用条件; 水头线的变化趋势、伯努利方程式的应用注意事项; 动能修正系数和动量修正系数的物理意义。

(3) 简单应用

泵的扬程、有效功率的计算; 水头线的绘制。

(4) 综合应用

伯努利方程在工程中的应用计算；动量方程在工程中的应用计算。

(五) 量纲分析与相似原理

1、基本要求

掌握量纲分析法，掌握力学相似概念和主要相似准则的意义及用途。

2、考试范围

(1) 量纲分析；

(2) 相似原理；

(3) 模型实验。

3、考核知识点

(1) 瑞利法、 π 定理；

(2) 相似原理；

(3) 模型实验。

4、考核要求

(1) 识记

物理量的量纲、量纲的齐次性；几何相似、运动相似、动力相似；Ne数、Re数、Fr数、Er数的物理意义。

(2) 领会

瑞利法、 π 定理；模型设计及相似律的选择。

(3) 简单应用

瑞利法、 π 定理的求解步骤；模型设计及相似律的选择。

(六) 流动阻力与水头损失

1、基本要求

了解流动阻力产生的原因及分类；掌握流体运动的两种流动状态及其判别标

准；了解实际流体运动方程式（纳维—司托克斯方程式）的建立过程，掌握圆管中层流的流动规律；了解紊流的产生原因，了解紊流的运动参数的特点，了解雷诺方程的推导过程及雷诺应力；了解影响沿程阻力系数的因素，熟练掌握沿程水头损失和局部水头损失的计算方法。

2、考试范围

- (1) 管路中流动阻力的成因及分类；
- (2) 流体运动的两种流态及判别标准；
- (3) 粘性流体的运动方程；
- (4) 圆管中的层流流动；
- (5) 紊流的理论分析；
- (6) 圆管紊流的沿程水头损失；
- (7) 局部水头损失。

3、考核知识点

- (1) 流动阻力产生的根本原因；流动阻力的分类；
- (2) 流体运动的两种流动状态及其流态的判别标准；
- (3) 实际流体运动方程式（纳维—司托克斯方程式）的应用；
- (4) 圆管层流分析；
- (5) 层流边层、水力光滑、水力粗糙；
- (6) 沿程阻力系数 λ 的计算；沿程水头损失及局部水头损失的计算。

4、考核要求

- (1) 识记

水力半径；沿程阻力、局部阻力；雷诺应力；水力光滑、水力粗糙。

- (2) 领会

流动阻力产生的根本原因；流态的判别标准为何用雷诺数而不用临界流速；紊流流态的划分。

(3) 简单应用

流态的判别；沿程阻力系数 λ 的计算；局部水力摩阻的计算。

(4) 综合应用

由实际流体运动方程式（纳维—司托克斯方程式）求解流体运动的速度；沿程水头损失和局部水头损失的计算。

(七) 压力管路的水力计算

1、基本要求

理解长管、短管的概念，掌握串联、并联、分支管路的水力特性；掌握简单长管、复杂长管及短管的水力计算；掌握孔口、管嘴的水力计算。

2、考试范围

- (1) 管路系统的分类；
- (2) 简单长管的水力计算；
- (3) 复杂长管的水力计算；
- (4) 短管的水力计算；
- (5) 孔口和管嘴泄流。

3、考核知识点

- (1) 管路特性曲线；
- (2) 长管、短管的水力计算；
- (3) 孔口和管嘴泄流。

4、考核要求

(1) 识记

长管、短管；管路特性曲线；串联管路、并联管路、分支管路；综合阻力系数；孔口的收缩系数；流速系数、流量系数的物理意义。

(2) 领会

三类水力计算问题；综合阻力系数的计算；流量系数与流速系数、孔口的收缩系数的关系；为何管嘴出流比孔口出流流量大。

(3) 简单应用

简单长管的第一类水力计算问题；串联管路、并联管路级分支管路的水力计算。

(4) 综合应用

简单长管的第一、第二类水力计算问题；串并联管路的水力计算；串并联管路在长输管路中的应用。

(八) 一元非恒定流

1、基本要求

了解一元不稳定流的基本方程；了解管路中水击现象，能够进行水击压力计算；了解变水头泄流与排空的水力计算。

2、考试范围

(1) 一元非恒定流动基本方程；

(2) 水击现象；

(3) 变水头泄流与排空。

3、考核知识点

(1) 惯性水头；

(2) 相长；直接水击、间接水击；

(3) 正反射、负反射。

4、考核要求

(1) 识记

相长、直接水击、间接水击；正反射、负反射。

(2) 领会

惯性水头的物理意义；水击现象的成因、水击的传播和反射。

(3) 简单应用

相长的计算；水击波传播速度的计算；最大水击压力的计算。

(4) 综合应用

变水头泄流及排空时间的计算。

(九) 理想不可压缩流体平面势流

1、基本要求

了解势流和涡流的概念，对平面势流能确定流体的速度势及流函数。

2、考试范围

(1) 势流和涡流；

(2) 平面势流。

3、考核知识点

(1) 势流和涡流；

(2) 速度势及流函数。

4、考核要求

(1) 识记

势流和涡流的定义。

(2) 领会

涡量、速度环量。

(3) 简单应用

已知速度分量求速度势和流函数；已知速度势求流函数；已知流函数求速度势。

(十) 气体的一元恒定流动

1、基本要求

掌握可压缩流体一元恒定流动的基本方程；正确理解压力波的传播、声速和马赫数的概念；掌握完全气体做一元等熵恒定流动时滞止状态下滞止参数与静参数的关系、临界状态下临界参数与滞止参数的关系；了解极限速度与速度系数的概念；了解可压缩流体在变截面管中的流动；了解实际气流的等截面管流。

2、考试范围

- (1) 气体一元恒定流动基本方程；
- (2) 声速、马赫数及微小扰动在空气中的传播；
- (3) 气体的参考状态、速度系数；
- (4) 绝热气流的压缩性影响；
- (5) 气体动力学函数及其应用；
- (6) 激波的基本概念；
- (7) 变截面管中的等熵流动；
- (8) 实际气流在等截面管道中的恒定流动。

3、考核知识点

- (1) 气体动力学诸方程；
- (2) 声速；马赫数；速度系数；
- (3) 滞止参数与静参的关系；临界参数与滞止参数的关系；
- (4) 截面积变化对气流运动的影响；
- (5) 渐缩喷管的流动特征；
- (6) 拉瓦尔喷管的流动特征。

4、考核要求

(1) 识记

声速的概念及其物理意义；马赫数的概念及其物理意义；滞止状态与滞止参数；临界状态与临界参数。

(2) 领会

声速的物理意义；马赫数的物理意义；引入速度系数的意义。

(3) 简单应用

声速的计算；状态方程的应用；滞止参数与静参的关系计算；临界参数与滞止参数的关系计算。

(4) 综合应用

渐缩喷管的流动特征及其工况分析；拉瓦尔喷管的流动特征及其工况分析。

(十一) 非牛顿流体的流动

1、基本要求

掌握非牛顿流体的基本概念、分类和流变方程；了解幂律流体和宾汉流体在圆管中的流动规律；了解幂律流体和宾汉流体的流变参数测定原理。

2、考试范围

- (1) 非牛顿流体的基本概念、分类和流变方程；
- (2) 幂律流体、宾汉流体的流动规律；
- (3) 非牛顿流体流变参数的测定。

3、考核知识点

- (1) 非牛顿流体的基本概念；
- (2) 纯粘性无时变性非牛顿流体流变方程；
- (3) 幂律流体、宾汉流体做圆管层流、圆管紊流时的水力计算；
- (4) 非牛顿流体流变测量的特点。

4、考核要求

(1) 识记

非牛顿流体；流变性；流变曲线、流变方程；剪切稀化、剪切稠化；触变性、震凝性；管流特性参数。

(2) 领会

视粘度（表观粘度）；幂律流体、宾汉流体的流变方程；综合 Re 数；幂律流体、宾汉流体流态的划分及判断；非牛顿流体流变测量的特点；旋转粘度计的工作原理。

(3) 简单应用

掌握塑性流体静切力的计算；了解幂律流体、宾汉流体做圆管层流、圆管紊流时的水头损失计算。

三、考试形式和试卷结构

(一) 考试时间和分值

考试时间为 150 分钟，试卷满分为 100 分。

(二) 考试题型结构

- 1、填空题：根据题目内容填上一个正确答案。
- 2、判断题：根据题目内容判断其描述问题的正确性。
- 3、简答题：根据题目要求，简要回答问题。
- 4、计算题：通过已知参数计算或推导出结果。

四、参考书目

- 1、陈小榆，《工程流体力学》石油工业出版社