

# 2025年硕士研究生入学考试大纲

考试科目名称：油气储运专业综合 考试时间：180 分钟，满分：150 分（工程流体力学和传热学各 75 分）

## 一、考试要求：

1、要求考生掌握工程流体力学和传热学的基本概念、基本原理和基本计算分析方法，具有运用基础理论解决实际问题的能力。

2、考试时携带必要书写工具之外，须携带计算器。

## 二、考试内容：

### 1、工程流体力学

#### (1) 流体及其主要物理性质

a) 掌握流体及连续介质的概念；

b) 掌握流体的密度、重度、相对密度、压缩性、膨胀性、粘性的概念，掌握流体的体积压缩系数、体积弹性系数、体积膨胀系数和牛顿内摩擦力的计算；

c) 掌握作用在流体上的两类力的分析。

#### (2) 流体静力学

a) 掌握流体静压强的概念及其特性，掌握绝对压强、相对压强、真空压强的概念及其相关关系，掌握压强单位的换算以及等压面的概念、方程和性质；

b) 理解流体平衡微分方程建立的思路、过程以及方程的意义；

c) 掌握绝对静止与相对静止流体的等压面方程和压强分布规律的求解；

d) 熟练掌握静力学基本方程及其意义，掌握作用面上压强分布图的绘制，熟练掌握应用液式测压计原理计算静止流体中某点的压强或某两点的压强差；

e) 掌握压力中心的概念，熟练掌握静止流体中平面静水总压力的计算；

f) 掌握压力体的绘制，熟练掌握静止流体中曲面静水总压力的计算。

#### (3) 流体运动学与动力学基础

a) 理解描述流体运动的两种方法，掌握流体运动的基本概念：全加速度、定常流与非定常流、均匀流与非均匀流、流线与迹线、有效断面、流量、断面平均流速、流束与总流；

b) 熟练掌握一元定常总流的连续性方程和空间运动的连续性微分方程及其应用；

c) 理解理想流体运动微分方程建立的思路、过程以及方程的意义，掌握理想流体沿流线的伯努利方程的几何物理意义及适用条件；

d) 掌握缓变流断面的特性和动能修正系数的物理意义，掌握实际流体总流伯努利方程的意义和适用条件，熟练掌握实际流体总流伯努利方程在工程中的应用计算；

e) 掌握泵的扬程、有效功率、轴功率和效率以及电动机的效率的概念及计算;

f) 熟练掌握定常总流动量方程在工程中的应用计算, 以及动量方程与连续性方程、伯努利方程联合的应用计算。

#### (4) 流体阻力和水头损失

a) 掌握层流、湍流、雷诺数、水力半径、水力光滑与水力粗糙、当量直径等基本概念, 掌握流动阻力产生的内因和外因, 掌握流态的判别标准和流态与沿程水头损失的关系;

b) 熟练掌握应用N-S 方程推导或证明典型层流问题的速度分布、压力分布、剪切力分布和过流流量的解析解;

c) 掌握量纲的概念、量纲齐次性原理以及几何相似、运动相似和动力相似的概念, 掌握牛顿数  $Ne$ 、雷诺数  $Re$ 、弗劳德数  $Fr$ 、欧拉数  $Eu$  的公式和物理意义, 熟练掌握应用因次分析的雷利法和  $\Pi$  定理推导或证明物理量的一般表达式, 熟练掌握应用相似原理进行模型设计计算;

d) 熟练掌握层流、湍流状态下管路沿程阻力系数  $\lambda$  的求解, 熟练掌握沿程水头损失  $h_f$ 、局部水头损失  $h_j$  的计算以及管路的综合水力计算。

#### (5) 压力管路的水力计算

a) 掌握长管与短管、作用水头、孔口和管嘴泄流、综合阻力系数、流量系数、流速系数、收缩系数等基本概念;

b) 掌握简单长管、复杂长管(包括: 串联管路、并联管路和分支管路)的水力特点和水力计算, 掌握短管实用流量计算通式及其应用;

c) 掌握孔口定常泄流和管嘴定常泄流的流量计算, 掌握管嘴泄流流量大于孔口的原因和管嘴正常泄流的条件。

## 2、传热学

### (1) 绪论

a) 基本概念: 传热学, 热流量, 热流密度, 热传导, 傅里叶定律, 热对流, 对流传热, 表面传热系数, 自然对流, 强制对流, 热辐射, 辐射传热, 黑体, 传热过程, 总传热系数。

b) 基本内容:

掌握热量传递的三种基本方式和传热过程的特点、基本计算公式, 能够准确分析复杂传热过程的构成。

c) 基本公式: 记忆并掌握公式 1-1、1-3~1-6、1-7 和 1-11。

## (2) 稳态热传导

a) 基本概念：物质导热机理，温度场，稳态温度场，非稳态温度场，等温线，等温线的特征，导热的基本定律，温度梯度，导热系数，保温材料，导热微分方程，定解条件，热扩散系数，初始条件，边界条件，第一类边界条件，第二类边界条件，第三类边界条件，辐射边界条件，界面连续条件。

b) 基本内容：

1) 深刻理解并掌握傅里叶定律。

2) 掌握导热系数和导温系数的物理意义及二者的联系和区别；掌握物质导热系数变化的一般规律；记住常见物质导热系数的大致范围。

3) 掌握导热微分方程的物理意义；能够根据问题的物理描述给出工程导热问题完整的数学描述（导热微分方程+定解条件）。

4) 掌握利用理论分析法求解平壁（无源或有源）一维稳态导热问题温度场的基本过程和步骤。

5) 熟练掌握平壁、圆筒壁一维稳态导热的含义及热流量的计算公式。

6) 掌握热阻分析法在多层平壁、多层圆筒壁导热问题中的应用。

7) 掌握采用能量守恒原理导出肋片一维稳态导热数学模型的方法。

c) 基本公式：记忆并掌握公式 2-5、2-7、2-15~2-19、2-20、2-21、2-25、2-30和 2-32。

## (3) 非稳态导热

a) 基本概念：非周期性非稳态导热，非正规状况阶段，正规状况阶段， $Bi$  数及物理意义，集中参数法，时间常数， $Fo$  数及物理意义。

b) 基本内容：

1) 能够定性给出非稳态物体内部各处温度随时间的演变规律。

2) 掌握集总热容系统数学模型的建立，温度分布的导出，温度分布的特点，时间常数的含义及适用条件。

3) 掌握对流边界条件下一维非稳态导热正规状况阶段温度的计算（图解法和拟合公式法）。

c) 基本公式：记忆并掌握公式 3-12，会用公式 3-34、3-37。

## (4) 热传导问题的数值解法

a) 基本概念：节点，步长，元体，离散方程，Taylor 级数展开法，热平衡法，中心差分，向前差分，向后差分。

b) 基本内容：

- 1) 掌握导热问题数值求解的基本思想及求解的基本步骤。
  - 2) 掌握导出节点离散方程的 Taylor 级数展开法和热平衡方法。
  - 3) 掌握处理边界节点的热平衡方法。
- c) 基本公式：记忆和掌握表 4-1 中的公式、元体的热平衡表达式。

#### (5) 对流传热的理论基础

a) 基本概念：流动边界层，层流边界层，湍流边界层，粘性底层，温度（热）边界层，特征数方程（关联式、准则方程）， $Pr$  数， $Nu$  数，定性温度。

b) 基本内容：

- 1) 掌握整体上影响对流传热过程的因素，掌握对流传热的分类。
- 2) 掌握对流传热换热微分方程式（公式 5-4）的推导及公式的物理意义。
- 3) 掌握对流传热数学描述的内容及物理意义。
- 4) 深刻理解并掌握流动边界层的定义及特征、热边界层的定义及特征。
- 5) 掌握  $Pr$  数的定义及物理意义，掌握如何利用  $Pr$  数来判断边界层的相对大小。

6) 掌握流体外掠平板对流传热流动与传热特点和计算方法。

c) 基本公式：记忆并掌握（5-4），会使用表 5-2 中所列公式。

#### (6) 单相对流传热的实验关联式

a) 基本概念：物理现象相似，同类现象，相似原理， $Nu$  数， $Gr$  数，流动入口段，流动充分发展段，换热充分发展，换热入口段，换热充分发展段，流体截面平均温度（整体温度），对数平均温差，速度畸变，入口段效应，弯管效应，当量直径，大空间自然对流，有限空间自然对流，自模化现象。

b) 基本内容：

- 1) 掌握物理现象相似的定义，掌握相似原理（即相似的三个定理及意义）。
- 2) 掌握处理对流传热实验数据的基本方法以及应用特征数方程需要注意的方面。
- 3) 掌握常见相似特征数的定义及物理意义（ $Bi$ 、 $Fo$ 、 $Nu$ 、 $Re$ 、 $Pr$ 、 $Gr$ ）。
- 4) 掌握内部强制对流传热的流动与换热特征及工程计算方法。
- 5) 掌握流体横掠单管对流传热的流动与换热特征及工程计算方法。
- 6) 掌握自然对流流动与换热特征以及工程计算方法。

c) 基本公式：记忆并掌握公式 6-14、6-19，会用公式 6-15、6-21、6-26、6-28、6-29、6-37、6-39、6-40、6-43。

### **(7) 相变对流传热**

a) 基本概念：膜状凝结，珠状凝结，大容器饱和沸腾曲线，核态沸腾，过渡沸腾，膜态沸腾，莱登弗罗斯特点，临界热流密度（沸腾危机）。

b) 基本内容：

- 1) 掌握膜状凝结与珠状凝结的差别，深刻理解凝结液膜对凝结的影响。
- 2) 了解膜状凝结的工程计算方法，掌握膜状凝结换热的影响因素。
- 3) 掌握大容器饱和沸腾曲线的物理意义及过程特征。
- 4) 了解大容器饱和沸腾的工程计算方法。

### **(8) 热辐射基本定律和辐射特性**

a) 基本概念：热辐射的特点，（光谱）吸收比，（光谱）发射比，（光谱）透射比，镜面反射，漫反射，黑体，镜体，透明体，人工黑体模型，辐射力，光谱辐射力，定向辐射强度，发射率，光谱发射率，定向发射率，物体的吸收具有选择性，温室效应，灰体，基尔霍夫定律，辐射传热表面传热系数，复合传热表面传热系数。

b) 基本内容：

- 1) 掌握辐射区别于导热和对流的特征、掌握热射线的特征。
  - 2) 掌握黑体模型及其重要性、黑体辐射的基本规律。
  - 3) 掌握黑体辐射函数的定义及物理意义。
  - 4) 从物体的辐射力、光谱辐射力、方向特性定性把握实际物体的辐射特性。
  - 5) 掌握实际物体辐射的吸收特性和掌握实际物体表面发射率、吸收比的计算方法。
  - 6) 掌握灰体的概念及引入灰体的意义。
  - 7) 掌握基尔霍夫定律及意义。
- c) 基本公式：记忆并掌握公式 8-2、8-4、8-5、8-8、8-16、8-17、8-20、8-25。

### **(9) 辐射传热的计算**

a) 基本概念：角系数，封闭腔模型，有效辐射，投射辐射，辐射传热的网络法，空间热阻，表面热阻，重辐射面，遮热板。

b) 基本内容：

- 1) 掌握角系数的定义、性质和代数分析法。
- 2) 掌握两表面封闭系统辐射传热的计算方法。
- 3) 掌握多表面系统辐射传热计算的网络图法。
- 4) 掌握遮热板的原理和计算方法。

c) 基本公式: 记忆并掌握公式 9-2~9-5、9-7、9-10、9-13a、9-16~9-18。

#### (10) 传热过程分析和换热器的热计算

a) 基本概念: 临界热绝缘直径, 对数平均温差, 效能和传热单元数。

b) 基本内容:

1) 掌握通过平壁、圆筒壁传热过程的分析和计算(热阻分析法)。

2) 有污垢热阻时传热系数的计算方法。

3) 掌握临界热绝缘直径的含义和计算公式。

4) 换热器中对数平均温差的计算方法、效能和传热单元数的计算方法。

c) 基本公式: 记忆和掌握公式 10-1、10-2~10-4、10-8、10-11、10-14、10-15、10-16、10-18、10-25。

### 三、参考书目

①《工程流体力学》，倪玲英主编，中国石油大学出版社，2019年1月；

②《传热学(第四版)》，杨世铭、陶文铨，高等教育出版社，2006年。