

# 2023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) 正确理解和掌握流体及连续介质的概念；

b) 流体主要物理性质：密度、重度 and 相对密度的关系；流体压缩性、膨胀性及流体粘性产生原因及温度对流体粘性的影响；牛顿内摩擦定律；正确理解理想流体和实际流体的概念等；

c) 作用在流体上的力。

#### (2) 流体静力学

a) 熟练掌握流体静压力的概念和二个基本特性；

b) 掌握用微元体分析法推导流体平衡微分方程的方法，熟练掌握水静力学基本方程式及应用；

c) 掌握压强表示方法（绝对压强、表压和真空度）、单位换算关系以及测量和计算；

d) 掌握绝对静止与相对静止流体中的等压面和压强分布规律的分析方法；

e) 掌握在液面压强  $p_0=p_a$  和  $p_0 \neq p_a$  两种情况下静止流体作用在平面和曲面总上的总压力（包括大小、方向和作用点）以及物体浮力的计算方法。

#### (3) 流体运动学与动力学基础

a) 正确理解描述流体运动的拉格朗日法、欧拉法，随体导数及其意义；

b) 掌握稳定流与不稳定流、流线与迹线、有效断面、流量、断面平均流速、流束与总流、空间和平面及一元流动、动能修正系数、缓变流、水头线（位置水头线、测压管水头和总水头线）及水力坡降、流量系数、总压强与驻压强、

泵的扬程和功率等基本概念；

c) 掌握欧拉运动方程、连续性方程、伯努利方程及动量方程的推导思路，并理解方程的物理意义及使用条件和范围，并熟练掌握连续性方程、伯努利方程和动量方程的应用。

#### (4) 流体阻力和水头损失

a) 正确理解和掌握层流、紊流、雷诺数、水力半径、水力光滑与水力粗糙等概念；

b) 掌握因次分析和相似原理（特别是各种比尺及三个相似准数：雷诺数、富劳德数、欧拉数）在试验中的应用；

c) 掌握用 N-S 方程分析几种典型的层流问题（如圆管层流、平板层流等）流动规律；

d) 掌握层流、紊流状态下圆管和非圆管的水头损失（沿程损失及局部损失）的计算方法。

#### (5) 压力管路的水力计算

a) 掌握长管与短管、管路特性曲线、综合阻力系数、作用水头、流量系数、流速系数、收缩系数的概念；

b) 熟练掌握长管（包括简单、串联、并联和分支）和短管水力特点和水力计算；

c) 熟练掌握孔口、管嘴泄流原理和泄流水力计算方法。

d) 掌握水击现象、水击的相长、直接水击和间接水击的概念与水击波传播的四个过程，会进行水击压力的计算。

## 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。