

海军工程大学 2027 年博士研究生招生考试大纲

科目代码：3001

科目名称：高等流体力学

一、考试要求

主要考查学生对流体力学基本概念的熟练掌握；对流体静力学的基本概念及静止流体作用在平面上作用力的理解与应用；对流体运动学、连续性方程、伯努利方程的基本理论及其应用与掌握；对量纲、基本量纲、 π 定理等基本概念及使用相似准数开展模型试验计算的理解与掌握，以及与流体力学相关的建模和计算、分析能力，提升实际工程应用能力。

二、考试内容

1. 静力学

- (1) 流体力学的基本概念，流体受力的分类。
- (2) 流体静压强及其特性、流体平衡微分方程及其积分。
- (3) 流体静力学基本方程及应用、液柱式测压计原理。
- (4) 压力体绘制及应用、静止液体作用于平面和曲面上的总压力计算问题。

2. 运动学

- (1) 能够应用拉格朗日法与欧拉法；正确绘制流线流谱；
- (2) 计算欧拉法下加速度；理解物质导数、随体导数等概念；
- (3) 能够分析流体微团的运动；理解并辨别流体是否有旋运动；
- (4) 正确分析流体受力并写出应力张量；理解本构方程的物理意义并应用于计算。

3. 动力学

- (1) 理解雷诺输运定律；应用系统法与控制体法；
- (2) 准确写出连续性方程、能量方程、动量方程等流体动力学积分型方程与微分型方程；
- (3) 理解纳维-斯托克斯方程的推导过程和物理意义；
- (4) 应用控制体积分型方程开展流体压强、速度以及作用力的计算（重点）；
- (5) 准确写出并应用流体流动满足的边界条件。

4. 理想流体动力学基础

- (1) 了解理想流体的主要性质；能够辨别理想流体动力学理论的使用情况；
- (2) 导出欧拉方程等理想流体控制方程；应用伯努利方程开展相关计算和原理解释。

5. 黏性流体动力学基础

理解并掌握边界层、雷诺数等概念；能给出特殊条件下纳维-斯托克斯方程精确解。

6. 相似理论基础

- (1) 几何相似、运动相似、动力相似。
- (2) 量纲、基本量纲与导出量纲、量纲一致性原理、 π 定理、相似准数等基本概念及应用。

(3) 量纲分析方法及使用相似准数开展模型试验的相似计算问题。

三、考试形式

考试形式为闭卷、笔试，考试时间为 2 小时，满分 100 分。

题型包括：选择题 20 分，计算题 80 分。

四、参考书目

《流体力学》. 张志宏、顾建农等主编. 科学出版社, 2015 年, 第 1 版, 2024 年第三次印刷。

《高等工程流体力学》. 张鸣远、景思睿、李国君等主编. 高等教育出版社, 2012 年。

海军工程大学博士研究生招生考试

高等流体力学 样卷

(科目代码 3001)

注意事项:

1. 本试卷共 2 页, 满分 100 分; 考试时间 120 分钟。
2. 所有试题都作答在答题纸(卡)上, 答在试卷上无效。
3. 考试结束后, 考生将答题纸(卡)和本试卷一同装入试卷袋后密封, 并在密封签上签名。

一、单项选择题(本大题共 10 小题, 每小题 2 分, 共 20×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, 请将其代码填写在答题纸上对应题号内。错选、多选或未选均无分。

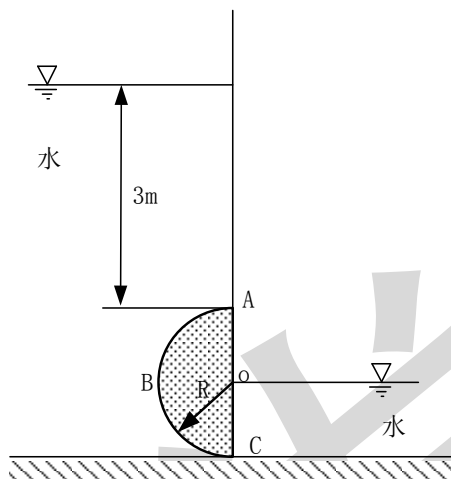
1. 流体的连续变形就是通常所说的“流动”, 流体流动时_____。
(A) 一定受到剪切力的作用 (B) 一定受到拉力的作用
(C) 一定受剪切力和拉力共同作用 (D) 可能受力也可能不受力
2. 已知流体速度场: $u_x = f(y, z), u_y = g(x), u_z = 0$, 则该流动为_____流动。
(A) 一维 (B) 二维 (C) 三维 (D) 均匀
3. 在缓变流截面各点上, _____等于常数。
(A) p (B) $z + \frac{p}{\rho g}$ (C) $\frac{p}{\rho g} + \frac{u^2}{2g}$ (D) $z + \frac{p}{\rho g} + \frac{u^2}{2g}$
4. 用欧拉法研究流体运动时, 流体质点的加速度为_____。
(A) $\frac{\partial^2 \mathbf{r}}{\partial t^2}$ (B) $\frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t}$ (C) $(\mathbf{u} \cdot \nabla) \mathbf{u}$ (D) $\frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + (\mathbf{u} \cdot \nabla) \mathbf{u}$
5. 已知不可压缩流体作平面流动的速度分布为 $u_x = ax^2 - y^2 + x$, $u_y = -(x+b)y$, 则常数 $a =$ _____, $b =$ _____。
(A) $a = \frac{1}{2}, b = 1$ (B) $a = 1, b = \frac{1}{2}$ (C) $a = \frac{1}{2}, b = \frac{1}{2}$ (D) $a = 1, b = 1$
6. 并联管路中各支管的_____相等。
(A) 沿程阻力系数 (B) 局部阻力系数 (C) 水头损失 (D) 流量
7. 下列关于边界层定义的说法中, 正确的是_____。
(A) 边界层是指壁面附近速度接近于零的很薄的一层流体
(B) 边界层是指壁面附近速度梯度很大的流体薄层
(C) 边界层外边界是一条流线
(D) 沿流动方向压力梯度为零
8. 动力粘度的量纲为_____。
(A) TL^{-2} (B) L^2T^{-1} (C) $ML^{-1}T$ (D) $ML^{-1}T^{-1}$
9. 根据 π 定理, 若有 n 个变量且互为函数关系, 其中含有 m 个基本物理量, 则可将其组合成个无量纲量的函数关系。
(A) $n+m$ (B) $n+m+1$ (C) $n-m+1$ (D) $n-m$

10. 速度势存在的条件是_____。

(A) 定常流动 (B) 无粘流动 (C) 平面流动 (D) 无旋流动

二、计算题 (本大题共 6 小题, 11 至 14 题每小题 10 分, 15、16 题每题 20 分, 共 80 分)

11. (10 分) 如图所示, 半圆柱体的长度 $b=5\text{m}$, 半径 $R=2\text{m}$, 求此半圆柱体 ABCA 受到水的作用力。



题 11 图

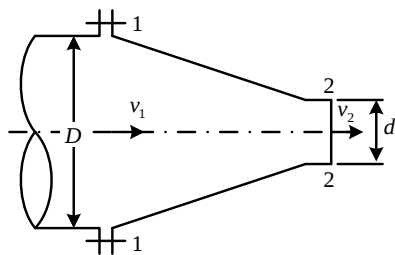
12. (10 分) 对于不可压缩流体, 判断下列流动是否存在? 若存在, 试求流线方程、画出流谱并判别是有旋流动还是无旋流动?

(1) $u_x = \frac{y}{x^2 + y^2}, u_y = -\frac{x}{x^2 + y^2}, u_z = 0$ (2) $u_x = xt, u_y = -yt, u_z = 0$

13. (10 分) 美国“海狼”级攻击核潜艇艇长 $L=107.6\text{m}$, 直径 $D=12.9\text{m}$, 水下排水量 9317 吨, 水下最大航行速度在 35 节 (1 节 $=0.514\text{m/s}$) 以上。假定边界层没有从该潜艇表面分离, 试估算该型潜艇以 35 节速度在海水温度为 20°C 的水下航行时的摩擦阻力, 已知海水温度为 20°C 时的密度 $\rho=1023\text{kg/m}^3$, 动力粘性系数 $\mu=1.07\times 10^{-3}\text{N}\cdot\text{s/m}^2$ 。

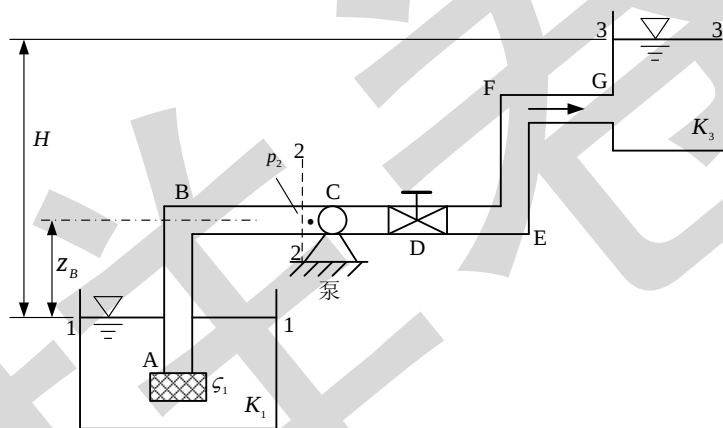
14. (10 分) 对按 1: 25 缩小的快艇船模在水池里进行拖曳试验, 以确定实艇的兴波阻力, (1) 若实艇速度 $v=15\text{m/s}$, 问艇模速度应为多大? (2) 若艇模试验在相似情况下测量得到兴波阻力为 $F_m=98\text{N}$, 求相应实艇的兴波阻力。

15. (20 分) 密度 $\rho=850\text{kg/m}^3$ 的油从如图所示水平放置的圆形喷嘴直接喷入大气。已知喷嘴直径 $D=4\text{cm}$, $d=2\text{cm}$, 若测得出口流速 $v_2=10\text{m/s}$, 忽略流体粘性和重力作用, 试求油流对喷嘴的作用力 F 。



题 15 图

16. (20 分) 如图, 水泵从贮水池 K_1 把水抽到水池 K_3 中去, 已知 $z_B = 2\text{m}$, $H = 12\text{m}$, 测得水泵前的表压强 $p_2 = -41.6\text{KN/m}^2$, 泵前水管 ABC 的长 $l_1 = 6\text{m}$, 直径 $d_1 = 100\text{mm}$, 沿程阻力系数 $\lambda_1 = 0.03$, 泵后水管 CEFG 的长 $l_2 = 64\text{m}$, $d_2 = 80\text{mm}$, $\lambda_2 = 0.04$, 局部损失系数分别为吸水网 $\zeta_1 = 6.2$, 阀门 $\zeta_2 = 4$, 每个弯头 $\zeta_3 = 2$, 水流入水池 K_3 的 $\zeta_4 = 1$, 求水泵水头及功率。



题 16 图