8

河北工业大学 2007 年攻读硕士学位研究生入学考试试题 ［B］

科目名称 流体力学（II） 科目代码 419 共 2 页

适用专业 化工过程机械

注：所有试题答案一律写在答题纸上，答案写在试卷、草稿纸上一律无效。

一、简要回答下列问题：（共 40 分，每题 4 分）

1、排挤厚度　　2、对欧拉法中流体速度的质点导数 $\vec{a} = \vec{v}\cdot\nabla\vec{v} + \frac{\partial\vec{v}}{\partial t}$ 进行分析。

3、雷诺应力　4、流体的连续介质模型　5、流动相似　6、流线及其性质　7、无旋流动

8、写出湍流时均速度轴向分量 $\bar{u}$ 的定义式，指出式中各符号的含义。　9、不可压缩流体连续性方程的物理意义　10、普朗特（Prandtl）混合长度理论的基本思想。

二、（15 分）设一盛有液体的圆柱型容器以等角速度 ω 绕其中心轴旋转，处于相对平衡状态，液面上方的气相压力为 P_0，求其压力的分布规律。

三、（15 分）下列速度场可能是不可压缩流体的一种流场：$v_x = kx^2$，$v_y = -2kxy$，其中 k 为常数。试判断：

（1）此速度场是否满足连续性方程；（2）此流场是否有旋；（3）试写出流函数方程。

四、（15 分）已知管流的特征流速 Vc 与流体的密度 ρ、动力粘度 μ 和管径 d 有关，试用瑞利量纲分析法建立 Vc 的公式结构。

五、（20 分）利用 N—S 方程，推求不可压缩的牛顿流体在水平直圆管内稳态层流流动时，沿圆管半径方向的速度变化规律，并求出平均速度与最大速度之间的关系。

注：柱坐标系下 N—S 方程为：

$$\rho\left(\frac{\partial \upsilon_r}{\partial t} + \upsilon_r\frac{\partial \upsilon_r}{\partial r} + \frac{\upsilon_\theta}{r}\frac{\partial \upsilon_r}{\partial \theta} - \frac{\upsilon_\theta^2}{r} + \upsilon_z\frac{\partial \upsilon_r}{\partial z}\right) = \rho f_r - \frac{\partial p}{\partial r} + \mu\left[\frac{\partial}{\partial r}\left(\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}(r\upsilon_r)\right) + \frac{1}{r^2}\frac{\partial^2 \upsilon_r}{\partial \theta^2} - \frac{2}{r^2}\frac{\partial \upsilon_\theta}{\partial \theta} + \frac{\partial^2 \upsilon_r}{\partial z^2}\right]$$

$$\rho\left(\frac{\partial \upsilon_\theta}{\partial t} + \upsilon_r\frac{\partial \upsilon_\theta}{\partial r} + \frac{\upsilon_\theta}{r}\frac{\partial \upsilon_\theta}{\partial \theta} + \frac{\upsilon_r\upsilon_\theta}{r} + \upsilon_z\frac{\partial \upsilon_\theta}{\partial z}\right) = \rho f_\theta - \frac{1}{r}\frac{\partial p}{\partial \theta} + \mu\left[\frac{\partial}{\partial r}\left(\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}(r\upsilon_\theta)\right) + \frac{1}{r^2}\frac{\partial^2 \upsilon_\theta}{\partial \theta^2} + \frac{2}{r^2}\frac{\partial \upsilon_r}{\partial \theta} + \frac{\partial^2 \upsilon_\theta}{\partial z^2}\right]$$

$$\rho\left(\frac{\partial \upsilon_z}{\partial t} + \upsilon_r\frac{\partial \upsilon_z}{\partial r} + \frac{\upsilon_\theta}{r}\frac{\partial \upsilon_z}{\partial \theta} + \upsilon_z\frac{\partial \upsilon_z}{\partial z}\right) = \rho f_z - \frac{\partial p}{\partial z} + \mu\left[\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(r\frac{\partial \upsilon_z}{\partial r}\right) + \frac{1}{r^2}\frac{\partial^2 \upsilon_z}{\partial \theta^2} + \frac{\partial^2 \upsilon_z}{\partial z^2}\right]$$

六、(20 分)已知平面流动 $u_x = x + t, u_y = -y + t, u_z = 0$

试求：(1) t=0 时，过点 M(-1，-1)的流线。

(2)求在 t=0 时刻位于 x=-1，y=-1 点处流体质点的迹线。

七、(25 分)不可压缩流体湍流时 X 方向的雷诺方程为：

$$\rho f_x - \frac{\partial p}{\partial x} + \mu\nabla^2 v_x + \frac{d\tau_{xy}^{(t)}}{dy} = \rho\left(\frac{\partial v_x}{\partial t} + v_x\frac{\partial v_x}{\partial x} + v_y\frac{\partial v_x}{\partial y} + v_z\frac{\partial v_x}{\partial z}\right),$$

试利用普朗特混合长理论，分析不可压缩流体在等压条件下，在 x 轴方向沿无限大平板做定常湍流时湍流核心区的速度分布规律。

提示：普朗特混合长理论：$\tau_{xy}^{(t)} = \rho l^2 \left(\frac{dv_x}{dy}\right)^2$，式中 $l = ky$。