西安交通大学能动专业本科生课程（更新日期：2019 年 3 月 28 日）

流体机械原理-三元流部分（8 学时）-复习题

西安交通大学流体机械及工程系

第一章 绪论

1. 《流体机械内流理论与计算》的作者是（1）张楚华，琚亚平；（2）张崇华，居亚萍；（3）楚华张，亚平琚
2. 流体机械原理-三元流部分教学内容（1）太简单、太有用；（2）太难、太没用；（3）太难、太有用
3. 简述流体机械运行的三个主要特点。
4. 简述流体机械内流的五个主要特点和三种主要研究方法。
5. 简述流体机械内流理论的五种主要模型。
6. 简述流体机械内流计算的四个主要作用。
7. 简述计算机辅助工程 CAE 软件的五种分类。
8. 简述流体机械研发的五个主要步骤。

第二章 张量基本概念及运算

9. 张量术语的最早提出者是（1）张量；（2）老子；（3）老外。
10. 利用张量分析方法研究流体机械内流理论模型，有哪三个突出优势？
11. 简述张量和张量分析的定义。
12. 张量运算主要包括哪两类运算？
13. 任意曲线坐标系的四个基本要素有哪些？结合圆柱坐标系，说明该四个基本要素。
14. 与笛卡尔张量相比，圆柱坐标系下的张量运算多出了一些附加项，其根本原因是什么？
15. 写出哈密顿算子∇和拉普拉斯算子$\Delta=\nabla\cdot\nabla$的笛卡尔分量和圆柱坐标分量形式。
16. 设一点处的应力张量分量为：

$$P_{ij}=\begin{pmatrix} 2 & -1 & 1 \\ -1 & 2 & -1 \\ 1 & -1 & 2 \end{pmatrix}$$

求作用面单位法向为$\mathbf{n}=\frac{1}{3}(2\mathbf{u}_1+\mathbf{u}_2+2\mathbf{u}_3)$上的表面力、法应力和切应力。

17. 求出如下流动的位移张量$\mathbf{D}$、变形率张量$\mathbf{S}$、速度散度$\nabla\cdot\mathbf{v}$、速度旋度$\nabla\times\mathbf{v}$和加速度$\frac{D\mathbf{v}}{Dt}$，并判断是否为不可压无旋流动。

(1)两平行平板间库塔流动，速度分量为$v_x=U_{\max}y, v_y=0, v_z=0$；

(2)旋转角速度为ω(常数)的刚体涡诱导流动，速度分量为$v_r=0, v_\theta=\omega r, v_z=0$；

(3)圆管内部充分发展层流，速度分量为$v_r=0, v_\theta=0, v_z=U_{\max}(1-r)^2$。

18. 推导如下流动加速度的计算公式：$a_r = \frac{Dv_r}{Dt} - \frac{v_\theta^2}{r}$，$a_\theta = \frac{1}{r}\frac{Dv_\theta r}{Dt}$，$a_z = \frac{Dv_z}{Dt}$

第三章 流体机械内部三维流动的基本方程

19. 拉格朗日法的研究对象是（1）微元系统；（2）微元控制体；（3）宇宙
20. 在流体机械内流理论中引入相对流动概念的好处有哪些？
21. 等熵流动的条件有哪些？
22. 推导绝对加速度与相对加速度之间的关系式。
23. 写成理想相对流动控制方程组在圆柱坐标系下的分量形式。
24. 推导出相对流动的贝努利方程、转子焓守恒方程，并给出相应的假设条件。
25. 判断下列关系式是否成立？如不成立，给出相应的正确关系式。

(1) $\nabla \cdot \mathbf{v} = \nabla \cdot \mathbf{w}$；

(2) $\nabla \times \mathbf{v} = \nabla \times \mathbf{w}$；

(3) $\nabla \mathbf{v} = \nabla \mathbf{w}$；

(4) $\frac{1}{2}(\nabla \mathbf{v} + \nabla \mathbf{v}^T) = \frac{1}{2}(\nabla \mathbf{w} + \nabla \mathbf{w}^T)$；

(5) $\frac{D_a \mathbf{v}}{Dt} = \frac{D\mathbf{v}}{Dt}$

第四章 流体机械内部准三维流动理论

26. 两类流面理论和全可控涡设计理论的提出者是（1）中国人；（2）老外；（3）外星人。
27. 解释 S1 流面和 S2 流面的概念，并画出离心叶轮内部 S1 流面和 S2 流面示意图(以 3S1×3S2 为例)。
28. 解释基于两类流面的全三维流动理论和准三维流动理论的主要区别。
29. 写出转子焓与总焓之间的关系式。
30. 在二元离心叶轮 S1 流面上，画出哥氏力和向心力。

第五章 计算流体力学概述

31. 画出计算流体力学的流程图，并简述每个步骤的主要内容。
32. 商业计算流体力学软件的两种主流算法是什么？
33. Ansys-Fluent 软件有哪两个模块组成？Numeca 软件有哪四个模块组成？