

<<粘性流体力学>>

图书基本信息

书名：<<粘性流体力学>>

13位ISBN编号：9787040262612

10位ISBN编号：7040262614

出版时间：2009-6

出版时间：高等教育出版社

作者：朱克勤,许春晓

页数：247

版权说明：本站所提供下载的PDF图书仅提供预览和简介，请支持正版图书。

更多资源请访问：<http://www.tushu007.com>

## &lt;&lt;粘性流体力学&gt;&gt;

## 前言

流体力学研究流体宏观运动的规律。

在我们周围的自然界和工程技术界，到处都可以见到与流体运动有关的现象。

包围地球的大气层是流体，地球陆地之间无垠的海洋是流体，地球内部炙热的岩浆也是流体。

小至毛细血管中血液的流动，大至宇宙中天体星云的运动，凡是有流体存在的地方，都有流体力学的问题存在。

人类很早就在生产实践中不断有流体力学知识的积累。

几千年来，古代东西方文明对此均做出了巨大的贡献。

古希腊学者阿基米德约在公元前200年就已经发现了著名的浮力定律。

在中国，战国时期（约公元前256年）由秦国蜀郡太守李冰父子监造的都江堰，因成功解决引水、分洪和排砂的矛盾，被联合国教科文组织列入《世界遗产名录》。

实践知识的积累上升到科学理论是一个从量变到质变的过程。

流体力学作为一门学科的发展得益于牛顿力学和微积分的出现，而欧洲的文艺复兴为包括牛顿力学在内的科学发展打下了基础。

1738年伯努利完成并出版《Hydrody-namica, 》，这是世界上首部流体力学的专著。

经过众多学者先后几百年的努力，形成了流体力学当今的基本理论体系，并在许多科学和技术领域中取得了巨大成功。

在流体力学发展的早期阶段，以欧拉1736年建立的理想流体运动方程为基础，无粘流理论迅速发展。

无粘流理论在给流动分析的数学演绎带来简化和成功的同时，得到的理论结果在许多情况下偏离或违背了实验结果，特别是导致了著名的达朗贝尔佯谬。

流体力学家和工程师们在实践中逐渐认识到忽略粘性所付出的巨大代价。

1827年Navier从分子运动出发，将欧拉的理想流体运动方程推广到有粘性的情况；1845年Stokes从连续介质假设出发，导出了粘性流体运动的基本方程组，Navier-Stokes方程至今仍是粘性流体力学的最重要的基本方程。

在19世纪，流体力学取得了一系列重大进展，其中包括雷诺对湍流的研究和雷诺平均方程的建立，Helmholtz对涡旋运动的研究，但是对大雷诺数流动的研究仍是困难重重。

20世纪初，普朗特创建的边界层理论奠定了近代流体力学的基础，为解决大雷诺数流动问题开启了大门，在成功解决零阻力的达朗贝尔佯谬的同时，粘性流体力学得到了飞速的发展。

## &lt;&lt;粘性流体力学&gt;&gt;

## 内容概要

《粘性流体力学》从流体力学的基本方程出发，对粘性流体力学的基本理论进行了系统的讲述，对粘性流体运动的几类精确解问题进行了深入的分析 and 讨论，对流动稳定性和湍流的统计理论进行了系统的介绍。

《粘性流体力学》的第1章和第2章首先对粘性流体的基本概念和方程进行了简明扼要的总结和归纳；第3章精心挑选粘性流体力学中有代表性的解析解的例子进行了详细讲解；第4章和第5章分别介绍了小雷诺数流动的蠕流问题和大雷诺数情况下的层流边界层，以帮助读者建立粘性流动的物理概念和认识粘性流动的基本规律；第6章对流动稳定性理论进行了介绍；第7章到第9章是对湍流基本方程、统计理论和切变湍流的介绍，为读者进一步认识和解决湍流问题提供必要的基础知识。

《粘性流体力学》可作为力学、热能工程和工程热物理专业本科生教材，也可作为水利、气象、海洋、石油、化工、船舶、航空航天等非力学的工科专业研究生教学用书，并可供相关专业教师、科研人员和工程技术人员参考。

## &lt;&lt;粘性流体力学&gt;&gt;

## 书籍目录

第1章 引论第1节 流体的粘性1.1.1 粘性流体和理想流体1.1.2 粘度1.1.3 流体粘性的微观机理第2节 流体运动的描述1.2.1 迹线、脉线、流线和时间线1.2.2 Helmholtz微元速度分解定理1.2.3 应变率张量1.2.4 涡量第3节 作用在流体上的力1.3.1 质量力1.3.2 表面力1.3.3 应力张量1.3.4 表面张力第4节 牛顿流体的本构关系第5节 相关的场论及张量分析知识1.5.1 自由标、哑标和求和公约1.5.2 Kronecker符号和置换符号1.5.3 Nabla算子1.5.4 张量的代数运算1.5.5 广义高斯公式第2章 粘性流体运动的基本方程第1节 连续方程第2节 动量方程2.2.1 动量方程的一般形式2.2.2 Navier-Stokes方程第3节 流体的动量矩方程第4节 流体的能量方程第5节 流体力学方程组及其在常用坐标系中的表达式2.5.1 流体力学方程组2.5.2 在直角坐标系中的表达式2.5.3 在柱坐标系中的表达式2.5.4 在球坐标系中的表达式第6节 非惯性系中的动量方程第7节 流体力学方程组的定解条件2.7.1 固壁边界条件2.7.2 液体-流体界面的边界条件第3章 粘性流体运动方程的精确解第1节 平行平板间的定常剪切流第2节 同轴圆筒间的定常流3.2.1 同轴旋转圆筒间的Couette流3.2.2 同轴圆筒间的轴向流第3节 充分发展了的管流3.3.1 圆管中的Poiseuille流3.3.2 矩形截面管中的Poiseuille流3.3.3 椭圆截面管中的Poiseuille流第4节 非定常平行剪切流3.4.1 平板突然起动3.4.2 平板振荡流3.4.3 圆管内Poiseuille流的起动过程3.4.4 圆管振荡流第5节 气泡的径向运动第6节 非线性问题3.6.1 楔形槽道内的平面径向流3.6.2 轴对称驻点流3.6.3 旋盘流第7节 附录：量纲理论基础3.7.1 量纲3.7.2 量纲齐次性原理及应用3.7.3 定理3.7.4 几个重要的相似参数第4章 极低雷诺数的流动第1节 小球的极慢运动4.1.1 控制方程4.1.2 速度分布4.1.3 阻力公式第2节 二维扩散槽内的径向流第3节 楔形狭缝内的Couette流第4节 偏心圆筒间狭缝内的流动第5节 圆盘间的挤压流第6节 Oseen近似第7节 狭缝流的平均惯性法第8节 雷诺数不很小的圆球定常绕流4.8.1 流函数方程4.8.2 流函数的Galerkin解4.8.3 表面分离点的位置和驻涡的长度第5章 不可压缩层流边界层第1节 边界层的基本特征第2节 边界层方程和边界层厚度5.2.1 二维边界层方程5.2.2 边界层厚度第3节 平板边界层5.3.1 Blasius方程5.3.2 Blasius方程的求解第4节 边界层的相似性解5.4.1 Falkner-Skan方程5.4.2 二维收缩槽内的相似性解5.4.3 平面自由射流第5节 边界层的积分关系及应用5.5.1 卡门动量积分关系5.5.2 平板边界层的近似解5.5.3 吸气平板边界层5.5.4 沿曲面边界层的近似解第6节 非定常层流边界层5.6.1 在静止流体中物体突然起动5.6.2 小幅高频振荡物体外的边界层第6章 湍流的产生和流动稳定性理论第1节 湍流的产生6.1.1 雷诺圆管流动显示实验6.1.2 流动稳定性和转捩6.1.3 流动不稳定性的机理和典型的流动稳定性问题第2节 流动稳定性问题的建立6.2.1 流动稳定性问题中流动的数学定义6.2.2 流动稳定性的定义和临界雷诺数6.2.3 扰动方程第3节 定常平面平行流的线性稳定性理论6.3.1 定常平面平行流6.3.2 定常平面平行流线性扰动方程6.3.3 Orr-Sommerfeld方程及其本征值问题6.3.4 Squire变换和Squire定理6.3.5 O-S方程的无粘近似——Rayleigh方程及Rayleigh定理6.3.6 典型流动线性稳定性结果第4节 流动的非线性稳定性理论6.4.1 Landau方程6.4.2 能量稳定性理论第5节 二维平板层流边界层的稳定性和转捩第7章 湍流运动的基本方程及其封闭模式第1节 湍流运动的不规则性第2节 湍流的统计方法7.2.1 时间平均法7.2.2 空间平均法7.2.3 系综平均法7.2.4 各态遍历假设7.2.5 平均值和脉动值的运算法则第3节 平均运动方程和脉动运动方程7.3.1 雷诺方程7.3.2 脉动方程第4节 雷诺应力和雷诺应力输运方程7.4.1 雷诺应力的物理意义7.4.2 雷诺应力和湍动能的输运方程7.4.3 雷诺应力和湍动能的输运过程第5节 湍流统计方程的封闭模式7.5.1 涡粘模式7.5.2 雷诺应力模式第8章 均匀各向同性湍流和湍流统计理论第1节 相关函数和Fourier谱分析8.1.1 相关函数8.1.2 湍流脉动的谱第2节 均匀湍流场常用的相关函数和谱张量8.2.1 均匀湍流中常用的相关函数和谱张量8.2.2 均匀湍流场二阶速度相关及其谱张量的性质第3节 均匀各向同性湍流场的相关函数和谱张量8.3.1 均匀各向同性湍流8.3.2 均匀各向同性湍流的相关函数8.3.3 不可压缩均匀各向同性湍流的相关函数及性质第4节 不可压缩均匀各向同性湍流的动力学方程8.4.1 不可压缩均匀湍流的基本方程8.4.2 不可压缩均匀湍流两点二阶速度相关函数的动力学方程8.4.3 不可压缩各向同性湍流的Karman-Howarth方程8.4.4 湍动能的耗散方程和Taylor微尺度第5节 不可压缩均匀各向同性湍流中的湍动能传输链8.5.1 不可压缩各向同性湍流中湍动能的传输方程8.5.2 不可压缩各向同性湍流中湍动能的传输链8.5.3 各向同性湍流中的特征尺度第6节 局部各向同性湍流及其性质8.6.1 Kolmogorov的局部各向同性假定和能谱的 $-5/3$ 幂次律8.6.2 结构函数8.6.3 Kolmogorov局部各向同性湍流的标度律8.6.4 各向同性湍流结构函数的动力学方程第9章 切变湍流统计特性和湍流相干结构第1节 槽道湍流的统计特性9.1.1 流动的描述9.1.2 平均运动方程9.1.3 近壁区特征尺度及分层模型9.1.4 平均速度分

布9.1.5 摩擦因数和雷诺数9.1.6 雷诺应力第2节 湍流边界层9.2.1 流动的描述9.2.2 薄剪切层近似的平均运动方程9.2.3 平均速度分布9.2.4 雷诺应力第3节 自由切变湍流的统计特性9.3.1 流动的描述9.3.2 自由切变湍流的自相似性第4节 切变湍流的相干结构9.4.1 壁湍流中的相干结构9.4.2 自由切变湍流的相干结构第5节 湍流的控制9.5.1 雷诺应力与湍流壁面摩擦阻力的关系9.5.2 壁湍流减阻的被动控制9.5.3 壁湍流减阻的主动控制参考文献

## 章节摘录

第7节 流体力学方程组的定解条件粘性流体力学的基本方程是一个二阶非线性的偏微分方程组，要进一步给出各种流动问题的特解，需要针对不同的具体流动问题，配以适当的定解条件。

定解条件是导致流动形态各异的重要因素之一，因此需要正确给出各种流动问题的定解条件。

流动问题的定解条件分为初始条件和边界条件两种。

初始条件仅在非定常流问题中出现，为了求出流动随时间的变化过程，需要给出初始时刻流场的速度分布和温度分布等作为它的初始条件。

关于初始条件的提法和使用，将在以下各章讨论非定常流的具体例子中给以说明。

2.7.1 固壁边界条件流体运动时存在各种边界，需要建立相应的边界条件。

最常见的流体界面是固壁表面，比如管道流动中的管壁或圆柱绕流问题中的圆柱表面。

在固壁上，粘性流体的边界条件基于流体完全跟随固壁运动的假定，称为固壁粘附边界条件。

理想流体没有粘性，切向速度在固壁上可以出现滑移，该固壁边界条件只要求流体的法向速度与固壁运动的法向速度保持一致，称为固壁的不可渗透条件。

粘附边界条件的解释涉及界面处复杂的物理化学现象，为何流体在固壁表面处不产生滑移？

在什么情况下需要使用滑移边界条件？

这些是流体力学研究目前所关注的热点问题。

从气体分子运动论的角度来看，滑移边界条件对应气体分子在光滑壁面上的镜面反射，在实际情况下，由于固壁的表面粗糙度，气体分子在固壁上形成的是漫反射（图2.1）。

在有些情况下，当固壁粘附边界条件与特殊流动的方程结合后，还会形成一些派生条件，比如，边界层流动在固壁处满足的第一相容关系等。

这些在特定流动情况下出现的固壁边界条件，我们将在具体的流动问题中进行介绍和分析。

## <<粘性流体力学>>

### 编辑推荐

《粘性流体力学(高等学校教材)》从流体力学的基本方程出发,对粘性流体力学的基本理论进行了系统的讲述,对粘性流体运动的几类精确解问题进行了深入的分析 and 讨论,对流动稳定性和湍流的统计理论进行了系统的介绍。

粘性流体力学的迷人之处是它将理论物理、应用数学和工程技术结合到一起,这就是为什么力学家、理论物理学家和应用数学家及工程师一直不断关注它的原因。

粘性流体力学与航空航天、船舶、机械等工程学有着密切的关系,也是这些研究领域的专业基础学科之一。

<<粘性流体力学>>

版权说明

本站所提供下载的PDF图书仅提供预览和简介，请支持正版图书。

更多资源请访问:<http://www.tushu007.com>