

## <<工程计算流体力学>>

### 图书基本信息

书名：<<工程计算流体力学>>

13位ISBN编号：9787302187639

10位ISBN编号：7302187630

出版时间：2009-4

出版时间：清华大学出版社

作者：（美）唐塞·塞比奇，（美）邵建平，（美）法西·卡佛耶克，（美

页数：308

译者：符松

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;工程计算流体力学&gt;&gt;

## 前言

早在雷诺、牛顿、欧拉、Navier、Stokes及普朗特等人建立流体力学学科前，人们就成功地应用了流体力学原理，其中著名的古老例子有：罗马浴室和符合工程师设计要求的沟渠，各种设计风格的轮船及风工程系统等。

20世纪后，流体动力学在人们日常生活中获得了更加广泛的应用，所有的设计都没有应用到电子计算机，包括早期的动力如内燃机、燃气涡轮、飞行器以及关于通风和污染控制的环境系统等。

计算流体力学(CFD)是采取数值方法分析流体力学现象的一门新兴学科。

尽管近年来取得了很大进步，然而，与相对成熟的流体力学原理相比，CFD还只是一个不甚完美的工具，因为计算机得到普遍应用还只是近30年的事情。

Navier-Stokes(N-S)方程组——关于粘性牛顿流体的控制方程组，早在一个世纪前就已经建立了。

原则上，人们可以选取合适的边界条件直接求解该方程组以分析任何流体动力学问题。

然而，用解析方法求解N-S方程组非常繁琐，成功的可能性很小，甚至用当前性能最强的超级计算机来精确求解三维、非定常的湍流流动，所需计算的机时非常庞大，花费巨大。

因此，直接求解N-S方程组方法仅限于简单外形低雷诺数等流动的基础研究，将此“最直接”方法应用在工程领域中，目前仍不现实。

考虑到计算机大规模应用之前流体力学所获得的巨大成功，有人或许会问，是否有必要通过发展更新的数值计算技术来更好地理解流体力学原理。

流体力学教材一般都介绍两种方法来理解流体运动过程：其一是根据演示性实验数据并采用某些关联来细化实验研究，获得对流体动力学问题更深的认识 and 了解，并逐步改进；其二是在一定的边界条件下求解关于质量、动量及能量守恒的流体动力学简化方程组。

在处理复杂问题时，将两种方法结合起来是非常有优势的。

然而，直到现在，由解析方法或数值计算所得到的结果只能用于有限范围，两种方法结合的优势还很有限。

显然，通过求解更多类型的守恒方程来提高数值方法的计算精度无疑会被人们所欢迎。

在大多数情况下，CFD方法被证明比解析方法更有效。

比如，当流体通过燃气轮机的三维叶片通道时，即使忽略湍流的影响，相应的方程也只能通过数值方法求解；即便在发动机的进气口，流体无粘，也不能完全通过解析方法求解。

因此，如果没有计算流体力学，就不能获得非常详细的流体参数以加深理解并为设计服务。

有一点必须要认识到，就是实验和数值计算都需要消耗资源，如某些实验的费用非常昂贵，令人无法接受，比如飞机的飞行实验，全尺度的燃气涡轮的实验，或者一些非常昂贵部件的破坏性实验等。

在这些情况下，就有可能通过CFD技术来减少实验的次数，或仅仅通过比较少的实验来检验数值方法的精度。

当然，求解某些复杂流动方程组的数值方法的费用也非常巨大，但通常情况下，它比采取试验得到结果的代价要小很多。

在实际情况中，解决流体动力学问题的最经济方法是实验与计算相结合，虽然这两种方法都不是很确定，但两种方法的结合比单纯应用任何一种方法都经济和可靠。

而且，随着技术创新和降低成本等原因，这种方法或许可满足提高产品性能和减少对环境冲击的紧迫需求。

本书是关于计算流体力学的介绍，重点介绍关于求解两个独立变量的可压缩和不可压流动的守恒方程组。

在CFD所采用的众多方法中，比如有限差分、有限体积、有限元、谱方法和直接数值模拟，在工程中大量采用的是前两种。

此外，本书主要介绍二维流动，删去了有限元方法、谱方法和直接数值模拟的内容，使读者更易理解书中的内容，也使得本书的篇幅适当。

本书的排版确保了内容内在的逻辑性。

## &lt;&lt;工程计算流体力学&gt;&gt;

第1章介绍了应用计算流体力学解决工程问题的一些例子；第2章介绍了守恒方程组，这只是简单基本的介绍，因为其他参考书中一般都有详细的推导；第3章介绍了湍流流动的重要属性和湍流方程的模式，对修改模式中的参数作出了解释。

第4章和第5章介绍求解守恒方程对应的典型方程的数值方法，这对确定在以后几章考虑更加完整和复杂的抛物型、双曲型和椭圆型偏微分方程的特性非常有用。

第4章还讨论了经典抛物型和椭圆方程的数值方法；第5章是经典的双曲型方程，还包括一些计算程序。

第6章和第7章介绍了无粘流动和边界层方程的计算方法。

其中第6章讨论的是用有限差分法和面元法求解拉普拉斯方程，包括对单个和多个机翼的计算程序；第7章讨论了来流存在速度扰动和指定转捩位置的层流边界层和湍流边界层的求解，还包括基于Keller有限差分方法的计算程序。

预测层流到湍流转捩的位置传统上采用相关法，但是其应用范围很窄。

基于求解扰动方程的 $\epsilon_n$ 方法是目前比较一般的方法。

第8章介绍了OS方程的求解和用 $\epsilon_n$ 方法来计算转捩，也讲述了如何把第6，7章的计算程序联系起来解决工程中的实际问题。

第9章介绍网格生成方法，第10~12章讲述了求解欧拉方程（第10章）、不可压Navier-Stokes方程、可压Navier-Stokes方程的方法，在其中每一章和附录B中都有计算程序。

对于高年级本科生和一年级研究生在一个学期内应该对第1，2，4，5和10章有一个初步的阅读，这些章节包括了一些额外的例子并附带一些计算程序来帮助学生计算机具有更好的理解。

第3，6，7，9，11和12章的内容可以在第二个学期学习，在这些章节的内容中附带了一些有用的信息和参考。

由Horizons和Springer-Verlag出版社出版的这方面书和求解手册，包括这本书，其清单在Horizons网站上：<http://hometown.aol.com/tuncerc/> 作者们对于为此书付出了心血和时间的人们表示感谢。

第一和第二作者在此特别对加利福尼亚技术研究所的Herb Keller、帝国理工学院的Jim Whitelaw、加利福尼亚政府大学长岛的Hsun Chen表示感谢，非常感谢K.C. Chang先生对此书初稿的校样和提供的有益意见。

第三和第四作者非常感谢Bombardier航空宇宙为此书提供一些例子，非常感谢Kurt Mattes打印此书，非常感谢Karl Koch为此书出版做的工作。

最后，要感谢我们的家人对我们的理解，感谢他们的持续支持和鼓励。

## <<工程计算流体力学>>

### 内容概要

本书紧密结合工程实践，介绍了计算流体力学的主要内容。全书从CFD在航空、汽车等领域的5个应用实例引入，详细讲解了守恒方程组、湍流模式、求解抛物型和椭圆模型方程的数值方法、双曲型模型方程的数值方法、不可压缩无粘流动方程、边界层方程组、稳定性与转捩、网格生成、可压缩无粘流动、不可压Navier-Stokes方程以及压缩Navier-Stokes方程等内容。

本书是为工科相关专业本科生或研究生学习计算流体力学课程编写的教材，也非常适合航空航天、汽车等领域的科研人员和工程师们参考阅读。

## &lt;&lt;工程计算流体力学&gt;&gt;

## 书籍目录

第1章 概论 1.1 摩擦阻力降低方法 1.1.1 层流流动控制 1.1.2 NLF和HLFC机翼的计算 1.2 多段机翼最大升力系数的预测 1.3 飞机设计和发动机一体化 1.4 结冰造成的飞机性能损失预测 1.4.1 预测结冰形状 1.4.2 预测飞机气动性能特征 1.5 车辆空气动力学 1.5.1 CFD在汽车领域中的应用 参考文献

第2章 守恒方程组 2.1 引言 2.2 Navier-Stokes方程组 2.2.1 Navier-Stokes方程组：微分形式 2.2.2 Navier-Stokes方程组：积分形式 2.2.3 Navier-Stokes方程组：向量变量形式 2.2.4 Navier-Stokes方程组：变换形式 2.3 雷诺平均Navier-Stokes方程组 2.4 Navier-Stokes方程组的简化形式 2.4.1 无粘流动 2.4.2 Stokes流 2.4.3 边界层 2.5 稳定性方程 2.6 守恒方程的分类 2.7 边界条件 参考文献 习题

第3章 湍流模式 3.1 引言 3.2 零方程模式 3.2.1 Cebeci-Smith模式 3.2.2 Baldwin-Lomax模式 3.3 一方程模式 3.4 两方程模式 3.5 初始条件 参考文献

第4章 求解抛物型和椭圆型模型方程的数值方法 4.1 引言 4.2 模型方程 4.3 采用有限差分法离散导数 4.4 采用有限差分法求解抛物型方程 4.4.1 显式法 4.4.2 隐式法：Crank-Nicolson方法 4.4.3 隐式法：Keller盒子法（凯勒尔盒子法） 4.5 采用有限差分法求解椭圆型方程 4.5.1 直接法 4.5.2 迭代法 4.5.3 多重网格法 参考文献 习题

第5章 双曲型模型方程的数值方法 5.1 引言 5.2 显式法：两步Lax-Wendroff法 5.3 显式法：MacCormack法 5.4 隐式法 5.5 迎风方法 5.6 有限体积法 5.7 收敛性和稳定性 5.8 数值耗散和数值色散：人工粘性 参考文献 习题

第6章 不可压缩无粘流动方程 6.1 引言 6.2 Laplace方程及其基本解 6.3 有限差分法 6.4 Hess-Smith面元法 6.5 二维翼型面元法程序 6.5.1 主程序 6.5.2 子程序COEF 6.5.3 子程序GAUSS 6.5.4 子程序VPDIS 6.5.5 子程序CLCM 6.6 面元法的应用 6.6.1 NACA0012翼型的流场特征和分段特性 6.6.2 圆柱绕流 6.6.3 多段翼型 附录6A 圆柱绕流的计算程序 附录6B 翼型计算的面元法程序 6B.1 主程序 6B.2 子程序COEF 6B.3 子程序VPDIS 附录6C 多段翼型面元法计算程序 6C.1 主程序 6C.2 子程序COEF 6C.3 子程序VPDIS 6C.4 子程序CLCM 参考文献 习题

第7章 边界层方程组 第8章 稳定性与转捩 第9章 网格生成 第10章 可压缩无粘流动 第11章 不可压Navier Stokes方程 第12章 可压缩Navier Stokes方程 附录A 附送的CD-ROM上的计算程序 附录B 第一作者提供的计算程序

## &lt;&lt;工程计算流体力学&gt;&gt;

## 章节摘录

第1章 概论 本章主要介绍文献中采用CFD技术解决工程实际问题的5个例子，主要介绍利用无粘、边界层、Navier—Stokes方程来求解绕流问题。在其中一些流动中，采用守恒方程的简化形式——比如无粘或边界层方程——更合适；对于其他流动，则需要用到更一般的方程。

因此，这本书的范围不超过现有的术语和流体动力学知识。

1.1 节中的第一个例子，介绍CFD在飞机减阻方面的应用。

通过修改机翼形状、在外表面打孔或是开槽吸气调整压力梯度分布以实现减小机翼阻力的目的。减小飞行器的阻力可以增加航程，提高飞行速度，减小飞行器尺寸和费用，并且可以减小耗油量。通过修改气动外形来调整压力梯度和通过吸气控制层流边界层是阻力缩减方法中非常有力和有效的两种，并且已经证明自然层流边界流动控制和混合层流流动控制是两种有效的方法。

1.2 节中的第二个例子，介绍飞机最大升力系数的预测方法。

最大升力系数关系到飞机的失速速度，也决定了飞机可以保持巡航状态的最低速度。

在这个例子中介绍了预测高升力系统最大升力系数的计算方法，这个系数在飞机起飞和着陆性能中有着重要的作用。

传统上，飞机的设计方法建立于理论空气动力学和风洞试验的基础之上，最后再由飞行试验定型。

CFD技术在1960年末开始得到应用，随着计算机计算速度和内存的提高，它在飞机设计中的地位也越来越重要。

在今天，与风洞试验和飞行试验一样，CFD是飞行器气动外形设计中所发展的重要空气动力学技术。在飞机设计中，任何一种先进技术都需要能够实现高性能、低风险和低费用。

## <<工程计算流体力学>>

### 编辑推荐

《工程计算流体力学》是一本工业界的著名学者所写的书，是一本理论联系实际的书。

《工程计算流体力学》凝聚了作者在波音公司数十年的工程实践经验，展现了对CFD的深入理解及其在工程研发中的神奇力量。

《工程计算流体力学》的主要特点是：深入揭示在解决工程实际问题中如何应用CFD或使用什么样的CFD。

重点突出，篇幅精当。

在覆盖了计算流体力学的主要内容的基础上，《工程计算流体力学》重点介绍关于求解两个独立变量的可压缩和不可压流动的守恒方程组；主要集中于二维流动，而略去了有限元方法、谱方法和直接数值模拟等内容，使读者更容易理解。

详细介绍了航空航天气动问题中的流动稳定性和转捩问题的计算方法。

在附配光盘中提供了书中计算方法和例题的源代码和可执行文件，对于读者学习和解决实际问题有很大帮助。

《工程计算流体力学》是为工科相关专业本科生或研究生学习计算流体力学课程编写的教材，也非常适合航空航天、汽车等领域的科研人员和工程师们参考阅读。

<<工程计算流体力学>>

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>