

从能量守恒角度,利用傅里叶分析方法,研究了离散形式下对流项和黏性项对动能变化的不同作用,指出了在对流项处理得当的条件下,黏性项的计算偏差是导致计算失稳的主要原因,并提出了利用人工黏性弥补这一计算偏差的方法。以四阶中心基本离散格式为例,说明了八阶人工黏性施加方法,人工黏性项含有一个可调参数,这个参数可以根据基础格式计算出的耗散与真实耗散的偏差确定出最大值与最小值,也给出了确定最优参数的准则。与其他人工黏性方法的不同在于,(1)针对耗散项提出人工黏性,而不是针对对流项;(2)提出的人工黏性的参数可以从理论上推导出其范围,在这个范围内,离散形式下的总耗散在相当大的波段内与物理耗散是一致的,从而保证了合理的熵增,这不仅减小了应用中人为因素的影响,对不同问题的适用性也有所提高。通过3个算例验证了这个人工黏性的有效性,包括一维扩散问题、三维可压缩各项同性湍流的DNS及超声速平板转捩的DNS。计算结果表明,提出的人工黏性具有很高的鲁棒性,可以避免非物理解的产生,保证计算的精度与稳定性。

lilili606@163.com

MS2922

CSTAM2013-A31-1140

绕方柱可压缩湍流的大涡模拟

许常悦,王从磊,刘可

南京航空航天大学航空宇航学院,南京 210016

采用大涡模拟方法计算了来流马赫数为0.7、雷诺数为 4×10^5 的方柱绕流。计算结果和已有的实验数据进行了定量对比,结果表明当前计算结果具有较好的可信性。基于对流场中复杂流动物理现象的分析,研究了有关的流动物理机理,如激波/尾迹相互作用、沿剪切层的声波传递、尾迹区局部超声速区演化机理,等等。

cyxu@nuaa.edu.cn

MS2923

CSTAM2013-A31-1141

用相场模型模拟液滴热毛细迁移

娄开元,尹兆华

中国科学院力学研究所中国科学院微重力重点实验室,北京 100190

将相场(phase field)模型应用到液滴热毛细迁移中。相场模型基于扩散界面方法,通过引入一个相场参数来追踪界面,相场参数代表各个位置上的流体的相(母液中为1,液滴中-1,界面处连续变化)。模型中流场信息通过Navier-Stokes方程确定,温度场通过对流扩散方程确定,相场参数由求解Cahn-Hilliard方程确定。所有方程采用Chebyshev-Galerkin伪谱方法离散求解。验证了相场模型的可行性,并在双滴中心连线与初始温度梯度方向相同的情况下,描述了双滴热毛细迁移过程中,同物性双滴追赶、融合的发生和发展过程,并于以往的数值结果做了比较。

loukaiyuan@imech.ac.cn

MS2924

CSTAM2013-A31-1142

蝌蚪自主游动的数值模拟研究

王仲威,余永亮

中国科学院大学生物运动力学实验室,北京 100049

随着对自主游动的计算物理模型发展,认识到若不采用自主推进模型来研究蝌蚪的推进将存在破坏“鱼-水”封闭系统的动量和动量矩守恒,而自主游动的流场完全不同于非自主游动的流场。因此,采用二维自主推进的计算物理模型来研究蝌蚪的推进机理。构建了一种类蝌蚪状外形(椭圆、圆弧和细长三角形组成),采用多块网格的搭接和重叠技术,实现了动态大变形网格的生成;使用人工伪压缩算法求解流体力学方程组,并采用牛顿迭代法实现了变形体动力学与流体动力学的耦合。通过对比自主游动模型和非自主游动的模型(在来流中),分析了蝌蚪的推力产生机制和推进效率,并探究了雷诺数、摆动频率、振幅对蝌蚪推力和效率的影响。

ylyu@ucas.ac.cn

MS2925

CSTAM2013-A31-1143

导弹侧向喷流干扰特性的数值研究

王晓鹏,刘小波

上海机电工程研究所,上海 201109

侧向喷流控制利用侧向喷流产生的反作用力和喷流与主流的气动干扰所形成的干扰力实现对飞行器的快速有效控制。针对两种常见的有翼/无翼正常式布局导弹外形,通过求解三维Navier-Stokes方程进行侧向喷流与超声速来流的复杂干扰流动数值模拟,研究了不同的喷口位置、来流马赫数和来流攻角对两种外形导弹的喷流干扰流场结构、压力分布特性和导弹喷流干扰特性的影响,为导弹气动外形和控制系统的设计提供参考。

wang_x_p@sina.com

MS2927

CSTAM2013-A31-1144

大温度梯度三维方腔热对流的数值模拟

夏树宁,孙德军

中国科学技术大学近代力学系,合肥 230027

数值模拟了大温度梯度三维方腔内的热对流,重点研究其与Boussinesq流动的差别。控制方程为小马赫数方程。采用半隐式三阶RK-CN混合格式,通过合理选择线性项每个子步的系数,使得格式整体表现为三阶时间精度。动量方程采用投影法求解。引入近似因子分解方法简化多维带来的复杂性。中间变量通过变系数Poisson方程求解。引入合适的中间变量与压力的关系式,使得压力时间精度与整体相同。空间离散采用无耗散的二阶、四阶中心差分。预估步中,密度采用连续性方程给出,以保证格式的守恒性与稳定性。数值模拟结果证明格式的无耗散性,同时格式整体上保持了质量、动量和能量的全守恒性质,因此非常适合于LES和DNS。

xjzh@mail.ustc.edu.cn

MS2928

CSTAM2013-A31-1145

升力体外形交叉导数数值预测方法研究

谢昱飞,袁先旭,陈琦,陈坚强

空气动力学国家重点实验室,中国空气动力研究与发展中心计算空气动力研究所,四川绵阳 621000

为保证气动布局的高升阻比特性,设计上气动外形趋于扁平,但这种趋势造成此类飞行器布局的横航向稳定性一般较弱,容易产生较强的多自由度耦合运动现象,交叉