

2021 年春季入学硕博连读申请报告

朱玉可 (张庆海)

浙江大学数学科学学院

yukezhu0323@126.com

2020 年 11 月 19 日

① 个人学习情况

- 已修读完学业要求的学分，并在与科研相关的课程考核中取得了不错的成绩。其中包括：
 - 偏微分方程 (98), 矩阵计算 (90), 泛函分析 (85) 等等;
 - 计算科学前言问题选讲 (96), 非线性问题的数学方法 (90) 等等;
 - 英语免修。

② 英语情况

- 英语六级 517 分 (其中: 听力 183 分, 阅读 153 分, 写作和翻译 183 分)。

笔试成绩

准考证号: 330011201202121

总 分: **517**

听 力: 183

阅 读: 151

写作和翻译: 183

口试成绩

⑧ 发表论文情况

- Zhu Y, Pang H. The shooting method and positive solutions of fourth-order impulsive differential equations with multi-strip integral boundary conditions[J]. Advances in Difference Equations, 2018, 2018(1):5.
- 王展, 朱玉可. 非线性海洋内波的理论、模型与计算. 力学学报, 2019, 51(6): 1589-1604.

⑨ 参加学术活动情况

- 参加第十八届中国工业与应用数学年会, 并在“界面问题的理论分析, 数值方法与实际应用”主题研讨会中作学术报告。



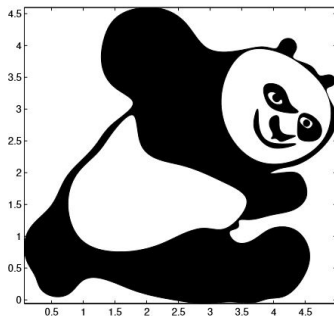
- ⑤ 为什么我选择读博这条路？在读博方面，我有什么优势？

① 基础: 流相的建模与界面追踪方法

② 关键: 动边界算法及其实现

③ 应用: 海洋内波与潜艇探测

- 如何表示一个具有物理意义的区域？



- ① 建立一个拓扑空间作为满足连续介质假定的流相的数学模型
 - 殷集 $\mathcal{Y} \subset \mathbb{R}^2$ 是平面上边界有界的正则半解析开集，所有的这些集合组成殷空间 \mathcal{Y} 。
- ② 对于殷空间中的每一个元素 (殷集)，找到一种简单高效的表示方法
 - 定向约当曲线的集合:

$$\mathcal{Y} = \bigcup_i \bigcap_{\gamma_j \in \mathcal{J}_{\partial \mathcal{Y}_i}} \text{int}(\gamma_j)$$

- ③ 设计了一个简单高效的殷集的布尔代数算法
 - 适用性强，算法效率高，严格的鲁邦性。

- 目标：针对不可压 Navier-Stokes 方程

$$\nabla \cdot \mathbf{u} = 0, \quad (1)$$

$$\frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + (\mathbf{u} \cdot \nabla) \mathbf{u} = -\nabla p + \mathbf{g} + \nu \nabla^2 \mathbf{u}. \quad (2)$$

设计出一套时空一致四阶精度的数值求解算法。

- 困难：方程组的定义域 Ω_t 是不规则的，并且会随着时间的变化而变化。

- ① 在静止不规则区域求解泊松方程;

$$\nabla^2 \phi = g(x) \quad \text{in } \Omega, \quad (3)$$

$$\alpha \phi + \beta \mathbf{n}_r \cdot \nabla \phi = \gamma \quad \text{on } \partial \Omega. \quad (4)$$

- ② 在静止不规则区域求解 INS 方程;

- GePUP + 不规则区域求解泊松方程.

- ③ 针对边界运动已知的流相求解 INS 方程;

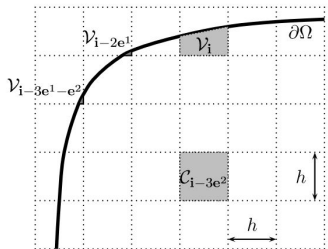
$$\frac{d\Gamma(s, t)}{dt} = v(s, t). \quad (5)$$

- ④ 针对边界运动未知的流相求解 INS 方程.

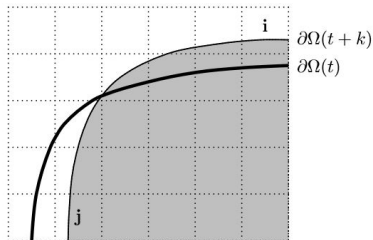
- 界面运动方程 + 界面物理特性的本构关系.

目前正在解决的问题-网格合并算法

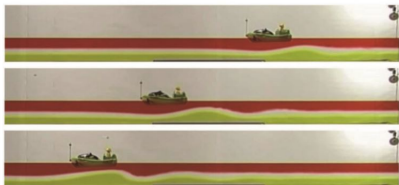
- 目标 1: 合并小的边界控制体从而避免求解问题条件数过于大



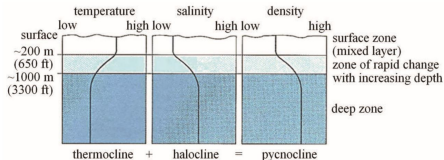
- 目标 2: 在一个时间步内边界控制体上定义的平均变量在时间上存在连续性



- 海洋内波：海水因盐度与温度的垂直差异造成密度层结现象，进而由于海洋系统的内部扰动或外部扰动造成等密面的波动的一种现象。



- 海洋通常呈现“三明治”状的结构：密度相对稳定的混合层与深水层，以及位于中间密度连续过渡的密跃层。



- 王展, 朱玉可. 非线性海洋内波的理论、模型与计算. 力学学报, 2019, 51(6): 1589-1604

第 51 卷 第 6 期

力 学 学 报

Vol. 51, No. 6

2019 年 11 月

Chinese Journal of Theoretical and Applied Mechanics

Nov., 2019

海洋工程专题

非线性海洋内波的理论、模型与计算¹⁾

王 展^{*,†,2)} 朱玉可^{**}

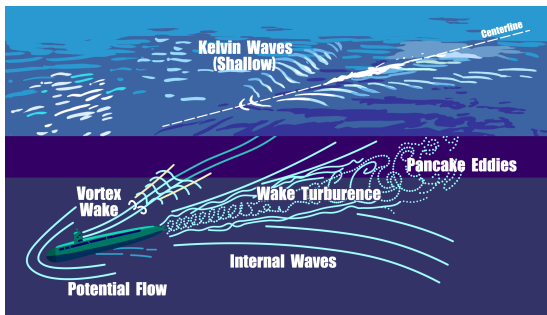
^{*}(中国科学院力学研究所, 北京 100190)

[†](中国科学院大学工程科学学院, 北京 100049)

^{**}(浙江大学数学科学学院, 杭州 310027)

应用：潜艇探测与隐身

- 利用潜艇运动产生的湍流尾迹及其在密度分层流体中的垂向传播，并借助于现代遥感技术反演潜艇的位置和航行速度。



图：水下潜艇产生的各种尾迹示意图，包括开尔文尾迹、内波、湍流尾迹、涡尾迹、煎饼旋涡。

谢谢各位老师的聆听！