**厦门大学研究生课程教学大纲**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 课程名称 | 有限元方法及应用 | | |
| 课程英文名称 | Finite element method and its application | | |
| 课程编码 |  | 面向对象 | 本科四年级学生、各年级硕士研究生和博士研究生 |
| 先修课程或  预备知识要求 | 先修课程：泛函分析、数值分析、偏微分方程 | | |
| 课程学科分类 | □一级学科课程  □二级学科课程  研究方向课程 | 课程内容分类  计算数学 | 理论讲授 □实验 □实务  □方法论 □文献 □案例  □其他 （请注明） |
| 总学分/总学时 | 2/34 | 实践（含实验）学时 |  |
| 教学目的  与要求 | 在现代科学工程计算中有限元方法是一个重要的研究与应用领域，它是于 上世纪50年代初由工程师们首先提出，其数学理论在60年代中期由以冯康先生为代表的中国学者和西方学者独立完成。有限元方法从数学物理方程的变分原理出发，对计算区域进行网格剖分，利用单元上的简单函数(如分片多项式)去逼近原问题的解。相比有限差分法，有限元方法也可以采用非结构网格剖分，因此使用起来更为灵活方便，便于求解具有复杂计算区域的问题。  本课程主要讲授有限元方法的基本数学理论、编程实现以及在流体计算等实际问题中的应用。本课程的主要内容包括变分原理、Sobolev空间、椭圆问题和抛物问题的有限元方法及误差估计、自适应有限元方法、混合有限元方法、应用到流体方程的求解：Stokes方程、Navier-Stokes方程，相场问题和弹性力学问题等。  掌握好该课程的知识，将具有开展有限元方法设计、分析和应用的能力，为开展有限元方法的研究和应用提供必要的知识支撑。要求学生在修完本课程后，能够掌握有限元方法的数学理论、设计和编程实现，在不同的实际问题背景下，选择合适的有限元方法开展科学研究。 | | |
| 教学主要内容  （中英文） | 1. 变分原理 2. Sobolev空间 3. 椭圆问题的有限元方法设计 4. 抛物问题的有限元方法设计 5. 自适应有限元方法 6. 混合有限元方法 7. 有限元方法的应用1 8. 有限元方法的应用2   Chapter 1 The variational principle  Chapter 2 Sobolev space  Chapter 3 The finite element method for Elliptic problem  Chapter 4 The finite element method for Parabolic problem  Chapter 5 Adaptive finite element method  Chapter 6 Mixed finite element method  Chapter 7 Application of finite element method I  Chapter 8 Application of finite element method II | | |
| 教学进度  （中英文，包括章节内容及提要） | 第1周:介绍变分原理，重点介绍椭圆问题的变分方法  第2-3周：介绍Sobolev空间的基本理论，以及嵌入定理、迹定理、Green公式、Poincare-Friedrichs 不等式、Deny-Lions定理等  第4-5周：介绍椭圆问题的协调有限元方法，包括有限元基函数构造、有限元离散、数值积分、程序实现  第6-8周：介绍协调有限元方法的误差分析，包括插值误差估计、Scaling技巧、反不等式、非光滑函数插值，如Clement插值、Scott-Zhang插值  第9-10周：介绍抛物问题的有限元方法及误差分析  第11-12周：自适应有限元方法：后验误差分析、自适应有限元方法的计算框架、编程实现  第13-14周：混合有限元方法，介绍混合变分形式及分析框架，重点介绍inf-sup条件，以及混合有限元离散  第15-17周：有限元方法的应用：求解流体力学和弹性力学方程等  第18-19周：提交期末报告。  The 1st week: introduce the variational principle, in particular, introduce the variational formulation for the Elliptic problem.  The 2nd-3rd weeks:introduce the basic theory of Sobolev space, include the Imbedding theorem, the trace theorem, inverse inequality, Poincare Friedrichs inequality, Green formula, Deny-Lions theorem.  The 4th-5th weeks: introduce the conforming finite element method for Elliptic problem, include the construction of basis function, the discretization of finite element method, numerical integral, the coding.  The 6th-8th weeks: introduce the convergence analysis of conforming finite element method, include the estimate of interpolation error, Scaling argument, inverse inequality, the interpolation of non-smooth function, for instance, the Clement interpolator, the Scott-Zhang interpolator.  The 9th-10th weeks: introduce the finite element method for Parabolic problem, include error analysis  The 11th-12th weeks: Adaptive finite element method: a posteriori error estimate, the computing framework of adaptive finite element method, the coding  The 13th-14th weeks: Mixed finite element method, introduce the framework of mixed finite element method and the analysis, in particular, the inf-sup condition, and discretization of mixed finite element method.  The 15th-17th weeks: Application of finite element method: Solution of fluid and elasticity problems.  The 18th-19th weeks: Final report. | | |
| 理论与实践（含实验）教学安排 | 课堂讲授，讲授内容如教学进度中的安排,课堂讲授34学时。 | | |
| 教材或参考书  主要文献资料  或相关数据库 | 教材：有限元方法的数学基础，王列衡、许学军编著，科学出版社  参考书：1. Lecture notes on Numerical Analysis of Partial Differential Equations, Douglas N. Arnold, 2014.  2．The Mathematical Theory of Finite Element Methods, Susanne C. Brenner and L. Ridgway Scott, Springer Science & Business Media, 2007.  3. Computational Partial Differential Equations Using MATLAB (2nd Edition), Jichun Li, Yi-Tung Chen, CRC Press, 2019. | | |
| 作业要求 | 1-2周布置1次作业 | | |
| 考核方式 | □笔试 □口试 □考察 论文 □其他 （请注明） | | |
| 成绩构成 | 期末论文成绩50%，平时作业50% | | |
| 备注 |  | | |

\*新开设课程可不填写课程编码，同意开设后由教学秘书编码并填入本表。