研究方向 6

1. 基础数学 6

2. 计算数学 6

3. 随机数学 7

4. 应用数学 7

计算数学 8

数值代数 8

计算分析 8

计算方法 8

小波分析 8

动力系统 8

交互作用粒子系统 8

流体力学/理论力学 8

科学计算 8

1. 计算机数值方法 9

2. 解线性方程组的直接法 9

3. 特征系统 9

4. 非线性方程组的解 10

5. 插值法与最小二乘法 10

6. 数值积分与微分 10

7. 常微分方程和偏微分方程数值解法 11

8. 随机数和应用 12

9. 逐次逼近法 12

10. 傅里叶分析 12

11. 压缩 12

12. 优化方法 12

13. 应用偏微分方程及计算方法 13

14. 计算流体力学，自适应方法 13

15. 多尺度计算 13

16. 数值模拟 13

17. 数值代数 13

基础数学之分析方向 13

数学分析 13

实分析 13

复分析 13

多复变函数论 14

泛函分析 14

测度论 14

变分和差分 14

非线性分析基础 14

调和分析 14

傅立叶分析 15

几何分析 15

函数论和算子理论 15

函数空间实变理论 15

积分变换 15

逼近论 15

基础数学之方程方向 15

常微分方程 15

常微分方程定性理论 16

偏微分方程 16

偏微分方程数值解法 17

二阶椭圆型方程 17

双曲方程 17

随机微分方程 17

基础数学之代数方向 17

高等代数 17

近世代数 17

抽象代数 17

有限群 17

交换代数 17

同调代数 17

矩阵论 17

表示论 18

李群 18

数论 18

代数数论 18

有限元方法 18

符号计算 18

伽罗瓦理论 18

基础数学之几何方向 18

代数几何 18

代数曲线 18

几何表示论 19

模形式 19

齐性流，模空间与算术 19

解析几何 19

微分几何 19

整体微分几何 19

广义相对论 19

黎曼几何 19

拓扑学 19

直观拓扑 19

微分拓扑 20

几何学 20

几何基础 20

几何拓扑 20

遍历论 21

微分流形 21

纤维丛与示性类 21

黎曼曲面论 21

复几何 21

辛几何 21

低维流形 21

双曲几何引论 21

几何群论 21

代数拓扑 21

模空间与规范场理论专题 21

基础数学之计算机理论 21

集合论 21

组合数学 22

离散数学 22

图分析 22

1. 引言 22

2. 度 22

3. 同构图 22

4. 树 22

5. 连通性 22

6. 可遍历性 22

7. 有向图 23

8. 匹配与分解 23

9. 可平面性 23

10. 染色 23

11. Ramsey数 23

12. 距离 23

13. 控制 23

密码学 23

逻辑学/数理逻辑 23

信息基计算复杂性 24

应用数学/随机数学 24

模糊数学 24

模糊控制及其应用 24

期权定价模型 24

现代控制论 24

数学建模 24

生物数学 24

线性系统与复杂系统理论 25

数学物理专题 25

概率论 25

概率极限理论 25

马氏过程 25

随机过程 25

随机分析 25

数学史和文化 26

统计学 26

统计学导论 26

统计学基础 26

高等统计 26

多元统计 26

数理统计 26

回归分析 26

非参数统计 26

贝叶斯统计 26

统计极限理论 26

统计计算 26

现代统计计算 26

稳健统计初步 27

因果推断与统计大数据 27

线性模型 27

时间序列分析 27

统计预测与决策 27

信息论 27

抽样论抽样调查 27

实验设计 27

质量控制 27

生存分析 27

可靠性统计 27

利息理论 27

风险理论 27

投入产出分析 28

离散时间的金融模型 28

金融统计学 28

属性数据分析 28

探索性数据分析 28

# 研究方向

## 基础数学

主要研究代数表示论与同调代数、常微分方程与动力系统、偏微分方程及其应用、函数逼近论、复分析、调和分析及其应用、函数空间及其应用、球面上的调和分析及应用、信息及计算复杂性、图论组合、矩阵论及应用、代数组合学、微分几何、辛几何拓扑与非线性分析、拓扑学、数理逻辑与计算机应用等基础性研究。

## 计算数学

主要研究应用偏微分方程及计算方法、计算流体力学与自适应方法、多尺度计算、复杂体系数值模拟、数值代数以及小波分析与图像处理等。包括材料科学、统计物理、生物数学、计算化学等科学中的实际问题的建模、模拟和快速算法的设计、理论基础的建立和程序软件的实现等. 结合应用数学、基础数学和统计学课建立相关的数学理论和软件实现. 同时也研究实际应用问题解决一些应用软件的开发等, 实现产学研的结合.

## 随机数学

研究概率论基础、随机过程与交叉领域、马氏过程、随机分析、平稳过程和数理统计中的理论及应用课题。具体研究内容包括马氏过程的存在惟一性、常返性、遍历性、耦合方法、对偶方法、自由能方法、FKG不等式、位势理论、遍历理论、相变理论、马氏过程的谱理论、大偏差理论、流形上的扩散过程、无穷维扩散过程、随机微分方程、随机偏微分方程、马氏链、分枝过程、测度值过程、随机树、随机环境模型、流体动力学极限、随机过程统计与推断、时间序列分析、统计物理中的随机模型的构造及应用等。

## 应用数学

主要研究图像处理中的偏微分方程方法、微分方程反问题的理论与计算、图论与组合网络理论、数学物理和生物中的动力系统及其性质、复杂流体力学与计算、复杂网络分析、经济数学模型与应用。生物统计学, 数量遗传学, 数学生态学，生物信息学，理论流行病学，生物微分方程，种群结构动态模型，生态系统模型，生物控制，人工生物学，生存分析，人口模型，示踪动力学，最优控制理论，控制理论基础等。模糊数学基础理论: 模糊集基本理论，模糊代数, 模糊分析, 模糊拓扑, 随机集落影理论，因素空间理论，模糊决策分析。模糊数学应用与人工智能：模式识别，图像处理，数据挖掘，计算智能，信息粒化与粒计算。智能控制：智能控制系统，新型智能控制算法等。

经济统计系、数理统计、金融统计、应用统计

# 计算数学

# 数值代数

# 计算分析

# 计算方法

# 小波分析

# 动力系统

# 交互作用粒子系统

粒子系统中的耦合方法，对偶方法，谱估计方法，自由能方法和FKG不等式等数学工具，几种统计物理中的典型模型的构造理论，遍历理论和相变理论，流体动力学极限等。

# 流体力学/理论力学

# 科学计算

参考：

1. 《计算机数值方法 施吉林等》
2. 《数值方法（matlab版）》乔治
3. 《MATLAB数值计算》Cleve B.Moler
4. 《数值分析》Timothy Sauer
5. 《数值分析导论》阿特金森
6. 《数值分析 张平文》
7. 《数值数学 夸特罗尼》+
8. 《数值计算 周国标 / 谢建利》
9. 《数值线性代数 特雷弗腾》

## 计算机数值方法

研究对象与特点

数值方法的基本内容：数值代数，数值微积分

数值算法及其设计

误差分析简介：误差、数值方法的稳定性与算法设计原则

泰勒多项式的逼近误差，

条件和稳定性

## 解线性方程组的直接法

直接法与三角形方程组的求解  
Gauss列主元素消去法

直接三角分解法

平方根法  
追赶法

解的精度和病态性

迭代法：雅可比、高斯-塞德尔法

变分原理

## 特征系统

LU分解，PA=LU分解，楚列斯基分解，QR分解，奇异值分解，伪逆，超定和欠定方程组，迭代法，稀疏矩阵，特征多项式，对称矩阵和厄密特矩阵

豪斯霍尔德三角化

对称正定矩阵：楚列斯基分解、共轭梯度、预条件。

特征值的敏感度和精度，奇异值的敏感度和精度

约当型和舒尔型

QR算法，主分量

计算矩阵特征值问题：求代数方程根的方法，幂法，反幂法，反幂算法，求矩阵特征值的QR法, 本征值问题,对称矩阵的本征值,非对称本征值问题,幂法的收敛性

奇异值分解：找出一般的SVD，特例:对称矩阵

SVD的应用：SVD的性质，降维，压缩，计算SVD

海森伯格型或三角型

迭代法：阿诺尔迪迭代，gmres，兰乔斯迭代，共轭梯度法，双正交法

## 非线性方程组的解

二分法，迭代或不动点法，迭代法的收敛性，收敛和混沌的范围

牛顿法、多元牛顿法、broyden方法

施罗德法, 修正牛顿法

求多项式所有根的方法

求解非线性方程组的布罗伊登法

比较牛顿法和布罗伊登法

割线法、Brent方法

逆二次插值

求根：病态问题

## 插值法与最小二乘法

插值法：插值基函数及Lagrange插值

多项式插值：线性、二次、高次、差商、牛顿差商插值  
插值多项式中的误差

分段插值法：分段线性Lagrange插值，分段二次Lagrange插值

切比雪夫插值

贝塞尔曲线  
Newton插值：均差，差分，等距节点的Newton插值公式，Newton插值法算法设计  
Hermite插值：两点三次Hermite插值

插值样条函数：样条插值，插值的自然三次样条的构造

三次样条插值

样条函数内插

离散数据的傅里叶分析

多重回归:最小二乘原则，模型改进的诊断，残差分析

多项式回归，用一般函数拟合数据，非线性最小二乘回归，最小二乘逼近

分段三次埃米特插值

保形分段三次插值

模型和曲线拟合

范数，censusgui，Householder反射，QR分解，伪逆，不满秩

可分离最小二乘法, 最小二乘数据拟合

最小二乘与法线方程，广义最小余项（GMRES）方法，非线性最小二乘

## 数值积分与微分

Newton—Cotes公式  
复合求积法  
Romberg算法  
Gauss求积法，广义积分的数值方法  
数值微分：利用插值的微分

辛普森公式，梯形法

牛顿科茨公式

龙贝格积分

自适应积分

高斯积分

无穷限的积分

高斯切比雪夫公式

高斯洛巴托积分

菲隆正弦和余弦公式

积分计算中的问题

测试积分

累次积分，MATLAB函数做二重和三重

自适应数值积分，积分离散数据

误差公式：

## 常微分方程和偏微分方程数值解法

初值问题：欧拉方法，解的存在性、唯一性和连续性，一阶线性方程  
IVP求解器的分析

龙格库塔方法和应用

可变步长方法

隐式方法和刚性方程

多步方法

引言，基于数值微分的求解公式，截断误差，基于数值积分的求解公式

一般可解性理论，初值问题的稳定性，方向场

欧拉方法，欧拉方法的收敛性分析，渐近误差分析，理查森外推

数值稳定性,　隐式方法，向后欧拉方法，梯形方法。  
Runge—Kutta法

线性多步法

常微分方程数值解法的进一步讨论：单步法的收敛性与稳定性，常微分方程组与高阶常微分方程的数值解法，边值问题的数值解法

欧拉法，稳定性问题

梯形法

龙格库塔法

预测校正法

汉明法和误差估计的应用

微分方程中误差的传播

特殊数值方法的稳定性

联立的微分方程组，洛伦兹方程组

捕食者猎物问题，微分方程应用于神经网络，高阶微分方程，刚性方程，外插法

线性化的微分方程，单步法， BS23算法，ode23tx，洛伦茨吸引子，刚性，事件，多步法

边值问题：二阶偏微分方程的分类，试射法，有限差分法，两点边值问题，抛物偏微分方程，打靶方法：边值问题的解，打靶方法的实现

排列与有限元方法：排列，有限元以及Galerkin方法

双曲偏微分方程，椭圆偏微分方程

模型问题，矩阵表示，数值稳定性，L形区域

泊松方程，一维热传导方程，一维波动方程。

非线性偏微分方程：隐式牛顿求解器，二维空间中的非线性方程

## 随机数和应用

随机数：伪随机数，指数和正态随机数

蒙特卡罗模拟：幂律和蒙特卡罗模拟，拟随机数

离散和连续布朗运动：随机游走，连续布朗运动

随机微分方程：有噪声的微分方程，数值方法求解SDE

## 逐次逼近法

最佳逼近问题，切比雪夫多项式，近似极小极大逼近

基本概念：向量与矩阵的范数，误差分析介绍  
解线性方程组的迭代法，简单迭代法，迭代法的收敛性  
非线性方程的迭代解法，简单迭代法，Newton迭代法及其变形，Newton迭代算法，多根区间上的逐次逼近法

迭代法的加速：基本迭代法的加速(SOR法及其算法)，Aitken加速

最佳一致逼近，最佳平方逼近，正交多项式，有理插值与逼近，最小二乘多项式拟合

## 傅里叶分析

离散傅里叶变换，太阳黑子，周期时间序列，快速离散傅里叶变换

傅里叶矩阵，其他傅里叶变换和级数

三角插值：DFT插值定理，三角插值函数的效率

FFT和信号处理：正交性和插值，用三角函数进行最小二乘拟合，声音、噪声和滤波

## 压缩

离散余弦变换：一维DCT，DCT变换和最小二乘近似

二维DCT和图像压缩：二维DCT，图像压缩，量化

霍夫曼编码：信息论和编码，JPEG格式中的霍夫曼编码，

改进的DCT和音频压缩：改进的DCT，位量化

## 优化方法

线性规划问题，单变量函数的优化

共轭梯度法

莫勒缩放共轭梯度法

共轭梯度法解线性方程组

遗传算法

连续遗传算法

模拟退火

带约束的非线性优化

顺序无约束极小化方法

不使用导数的无约束优化：黄金分割搜索，持续的抛物线插值，Nelder-Mead搜索

使用导数的无约束优化：牛顿方法，最速下降，共轭梯度搜索

## 应用偏微分方程及计算方法

复杂流体力学与计算、生物微结构模型与计算

## 计算流体力学，自适应方法

复杂流体和生物问题的建模与计算，自适应方法在偏微分方程数值计算中的应用

## 多尺度计算

复杂流体问题的多尺度计算，自适应有限元方法

## 数值模拟

偏微分方程数值方法，计算流体力学，生物医学问题的建模与数值模拟。

## 数值代数

位移结构矩阵理论与计算，解析函数插值与逼近问题

# 基础数学之分析方向

# 数学分析

# 实分析

# 复分析

解析函数的分解和增长性，函数逼近等, 主要研究满足一定增长条件的解析函数的刻划，此类函数的惟一性的描述，此类函数在惟一性集上的插值表示。此类函数空间的逼近问题以及某类函数系成为基的充要条件。

# 多复变函数论

# 泛函分析

# 测度论

# 变分和差分

# 非线性分析基础

# 调和分析

调和分析中奇异积分算子及相关算子，如振荡积分、Littlewood-Paley算子、交换子、多线性算子等在各类空间的有界性及其在偏微分方程和Clifford 分析, 小波分析中的应用。

定义在实R^n的单位球面上的函数的Fourier-Laplace展开的收敛性、线性平均、强求和。定义在R^n的单位球面上的函数的构造性质及用球调和多项式的逼近。球面上的函数空间、奇异积分及各种积分变换理论。球面上调和分析及逼近理论在地球物理、海洋气象预报等方面的实际应用。

# 傅立叶分析

# 几何分析

# 函数论和算子理论

# 函数空间实变理论

函数空间与算子有界性及其在分析问题中的应用

# 积分变换

# 逼近论

逼近论中极植问题，科学计算理论等

# 基础数学之方程方向

# 常微分方程

利用非线性分析理论， KAM理论，拓扑动力系统理论，研究和刻画微分方程的运动（周期运动，拟周期运动，概周期运动，混沌运动）性态及稳定性。对平面自治系统，分析轨线的分布情况及变化情况，研究分枝问题。

# 常微分方程定性理论

# 偏微分方程

非线性椭圆和抛物型偏微分方程的各种定解问题，各种广义解，解的正则性以及解的行为研究。由实际问题导出的方程的合理性讨论和数值模拟，具体包括几何学，流体力学，生物力学以及物理学中的有关问题。

应用偏微分方程及计算方法：图像处理中的偏微分方程方法、微分方程反问题的理论与计算、数学物理和生物中的动力系统及其性质、复杂流体力学与计算、

# 偏微分方程数值解法

# 二阶椭圆型方程

# 双曲方程

# 随机微分方程

# 基础数学之代数方向

# 高等代数

# 近世代数

# 抽象代数

# 有限群

# 交换代数

# 同调代数

# 矩阵论

主要研究矩阵的广义逆、矩阵不等式、矩阵与多项式矩阵、结构矩阵方程、特殊矩阵理论及其在代数、分析和系统与控制等领域中的应用

# 表示论

研究Artin代数上模范畴的结构和性质；表示论中的几何方法；运用图的根系建立与李代数的联系；代数的同调理论和AR-理论，拟遗传代数，胞腔代数；无限维模对有限维模范畴的刻画。

# 李群

# 数论

# 代数数论

# 有限元方法

# 符号计算

# 伽罗瓦理论

# 基础数学之几何方向

# 代数几何

# 代数曲线

奇点理论, 包括奇点消解, 奇点的拓扑与微分性质; 微分算子环及D一模, 相交同调与 Perverle sheaves, 以及奇点理论在代数簇与向量丛等方面的应用。

# 几何表示论

# 模形式

# 齐性流，模空间与算术

# 解析几何

# 微分几何

整体微分几何的基本理论和基本方法，主要包括几何空间的描述及几何结构、几何方法的运用以及几何思想的发展。主要研究对象为黎曼流形的相关领域。

# 整体微分几何

纤维丛几何

# 广义相对论

# 黎曼几何

Gromov几何，几何分析

# 拓扑学

# 直观拓扑

辛几何拓扑与非线性分析：

主要包括辛流形的几何与拓扑特征，辛刚性现象与辛不变量的寻找及计算，辛流形上哈密尔顿动力系统，Floer同调与Gromov-Witten 不变量，切触同调与辛场论，拉格朗日子流形的几何拓扑，辛方法对复代数几何及相关问题的应用。非线性分析方面主要研究变分方法， 特别是Morse理论对哈密尔顿系统、拉格朗日系统及测地线问题的应用，隐函数定理及相关的非线性问题。

研究拓扑空间，特别是流形的拓扑学，包括低维流形（3维和4维流形）和高维流形拓扑的研究。主要包含：四维流形的微分拓扑和几何拓扑；同伦论和同调论；空间及映射的分类等问题。

# 微分拓扑

Morse理论，Floer同调群理论

# 几何学

# 几何基础

# 几何拓扑

切触拓扑引论，叶状结构

# 遍历论

# 微分流形

# 纤维丛与示性类

# 黎曼曲面论

# 复几何

# 辛几何

# 低维流形

# 双曲几何引论

# 几何群论

# 代数拓扑

# 模空间与规范场理论专题

# 基础数学之计算机理论

# 集合论

# 组合数学

主要利用代数的方法研究组合问题, 包括群在集合上的作用、结合方案、距离正则图、典型群的几何学、区设计等方面的研究。

# 离散数学

# 图分析

主要研究图论中的基础理论问题以及与此有关的实际问题。用组合方法解决图的计数问题。

参考：

1. 《图论导引》沙特朗、张萍
2. 《图论导引（原书第2版）典藏版》道格拉斯·B.韦斯特 +

## 引言

图与图模型，连通图，若干常见的图类，多重图与有向图

## 度

顶点的度，正则图，度序列

## 同构图

同构的定义，同构关系，图与群，重构与可解性

## 树

割边，树，最小生成树问题，生成树的个数

## 连通性

割点，块，连通度，Menger 定理，测地集

## 可遍历性

Euler 图，Hamilton图，Hamilton链与Hamilton数

## 有向图

强有向图，竞赛图，决策

## 匹配与分解

匹配，因子分解，分解与优美标号，Petersen图，图的γ标号

## 可平面性

平面图，图嵌入到曲面，图的子式，图嵌入到图

## 染色

四色问题，顶点染色，边染色，Heawood地图染色定理，局部染色

## Ramsey数

图的Ramsey数，Turán定理，彩色Ramsey数，Erdos数

## 距离

图的中心，远点，定位数，绕路距离和有向距离，频道分配，图与图之间的距离

## 控制

图的控制数，分层，关灯游戏，明天更美好

# 密码学

# 逻辑学/数理逻辑

主要研究形式系统的推理论证，包括公理集合论、模型论、递归论及其最新发展，特别是稳定性理论，判定性问题。计算复杂性问题，以及模型论逻辑，模型论代数，模型论对理论计算机，程序验证等方面的研究。

# 信息基计算复杂性

复杂性估计，最优算法构造

# 应用数学/随机数学

# 模糊数学

模糊数学基础理论: 包括模糊代数, 模糊分析, 模糊拓扑, 随机集落影理论。人工智能有关理论: 包括知识表示技术, 模糊推理, 模糊控制, 模糊模式识别, 人工神经网络，推理机研制及软件开发。

# 模糊控制及其应用

# 期权定价模型

# 现代控制论

# 数学建模

# 生物数学

生物统计学, 数量遗传学, 数学生态学, 生物信息学，理论流行病学，生物微分方程, 种群结构动态模型,生态系统模型, 生物控制, 人工生物学, 生存分析, 人口模型, 示踪动力学等。

# 线性系统与复杂系统理论

# 数学物理专题

Gromov-Witten理论，Fukaya范畴理论，镜像对称等

# 概率论

# 概率极限理论

# 马氏过程

马氏过程的一般问题，位势理论，马氏链，分枝过程，测度值过程，非线性方程的概率解等。

# 随机过程

# 随机分析

扩散过程的耦合理论，收敛理论和谱理论，大偏差理论，流形上的扩散过程，无穷维扩散过程，随机偏微分方程，随机分析在统计物理中的应用等。

# 数学史和文化

# 统计学

# 统计学导论

# 统计学基础

# 高等统计

# 多元统计

# 数理统计

# 回归分析

# 非参数统计

# 贝叶斯统计

# 统计极限理论

# 统计计算

# 现代统计计算

# 稳健统计初步

# 因果推断与统计大数据

# 线性模型

# 时间序列分析

# 统计预测与决策

# 信息论

# 抽样论抽样调查

# 实验设计

# 质量控制

# 生存分析

# 可靠性统计

# 利息理论

# 风险理论

# 投入产出分析

# 离散时间的金融模型

# 金融统计学

# 属性数据分析

# 探索性数据分析