**研究生资格考试考试大纲**

（2019版）

**一、代数类**

1. **抽象代数Ⅱ(50分)**
2. **群**
3. 群, 子群, 正规子群, 商群; 同态与同构, 同态定理与同构定理
4. 群例: 循环群, 二面体群, 四元数群, 置换群, 线性群, ,
5. 自由群,生成元与定义关系
6. 群在集合上的作用; Sylow定理和群
7. Jordan-Holder定理,直积分解定理
8. 可解群
9. 广义Fitting子群的结构理论
10. 特殊射影线性群的单性
11. 空间上的型与典型群
12. 辛群
13. **域**
14. 有限扩张, 扩张次数乘积公式
15. 多项式的分裂域, 正规扩张
16. 可分扩张
17. 单扩张定理
18. Galois基本定理, 简单的Galois扩张
19. 用根式解方程的判别准则
20. 有限域
21. **环与代数**
22. 环, 子环, 理想, 商环; 同态与同构, 同态定理与同构定理
23. 环的直和
24. 素理想和极大理想
25. 代数的Jacobson根
26. 有限维非半单代数的结构定理
27. 有限维半单代数的结构定理
28. 环的整除性理论, 唯一分解环, 主理想整环, 欧几里得环
29. 整环的分式域
30. 交换环上的多项式环, Gauss引理
31. 形式幂级数环
32. 四元数体
33. **模**
34. 模, 子模, 商模; 模同态与同构, 模同态定理与同构定理
35. 模的自同态环
36. 模的直和与直积
37. 自由模
38. 投射模、入射模
39. 模的不可分分解唯一定理
40. 不可分解模的自同态换的结构
41. Nakayama引理
42. 模的张量积
43. 主理想整环上的有限生成模的结构定理
44. **范畴**
45. 范畴、函子、自然变换
46. 范畴等价
47. 张量函子、Hom函子、导出函子
48. 函子的伴随对及其与等价的关系
49. Yoneda引理
50. 极限、余极限
51. 复形范畴
52. Morita等价
53. Stable等价、同伦等价
54. 三角化范畴

**参考书目：**

【1】 聂灵沼，丁石孙，代数学引论，高等教育出版社 2007

【2】 王杰，典型群引论，北京大学出版社2015

【3】 章璞，三角范畴与导出范畴，科学出版社2015

【4】 N. Jacobson, Basic Algebra I, II. San Fracisco: W. H. Freeman and Company 1974

【5】 T. Hungerford, Algebr. Springer-Verlag, New York, 1980

【6】 S. Mac Lane, Categories for the working mathematician. Second edition.

[Graduate Texts in Mathematics, 5.](http://mathscinet.ams.org/mathscinet/search/series.html?id=378) Springer-Verlag, New York, 1998

【7】 I. M. [Isaacs,](http://mathscinet.ams.org/mathscinet/search/author.html?mrauthid=91640)  Finite group theory. [Graduate Studies in Mathematics, 92.](http://mathscinet.ams.org/mathscinet/search/series.html?id=3465)

American Mathematical Society, Providence, RI, 2008

**2. 表示论（50分）**

**a) 有限群的表示（常表示和模表示）**

Maschke定理（完全可约性）

正交关系，特征标

诱导与限制

Clifford定理

群例：循环群，二面体群, ，和的复表示和模表示

**b) 紧Lie群的表示 （Weyl特征公式）**

Peter-Weyl定理

紧Lie群的结构，分类

群例：U(1), SU(2)的表示

**c) 复半单Lie代数的结构和分类**

实半单Lie代数的结构和分类及对称空间

Lie代数的例子：, ，

**d) Lie型单群的结构和表示**

群例：PSL(2, q)

**e) 半单Lie群的无穷维表示**

主序列，离散序列，补序列

群例：SL(2, R)的表示

**参考书目：**

【1】 J.- P. Serre，《有限群的线性表示》，高等教育出版社2007

【2】 项武义，侯自新，孟道骥，《李群讲义》，北京大学出版社，1992年

【3】 V. S. Varadarajan，《Lie Groups，Lie Algebras，and Their Representations》，

GTM 102，Springer-Verlag，1984

【4】 R.W. Carter, 《Simple Groups of Lie Type》，John Wiley & Sons，1972

【5】 R.W. Carter, 《Finite Groups of Lie Type， Conjugacy Classes and Complex Characters》，John Wiley & Sons，1985

【6】 A. W. Knapp，《Representation Theory of Semi-simple Groups，An Overview Based on Examples》，Princeton University Press，1986

**3. 代数几何**

1. 代数簇：仿射代数簇，射影代数簇，分次环与分次模（graded ring and graded module），Hilbert函数与Hilbert多项式，quasi-projective 簇，代数簇的乘积，Zariski拓扑，Hilbert零点定理。
2. 态射，有理映射，有理函数，函数域，Blow up，双有理同构。
3. Finte morphism，环的integral extension，going-up定理，going-down定理，Noether normalization定理，normal variety 和 normalization.
4. 代数簇的维数，主理想定理（Hauptidealsatz），超越维数（transcendental dimension）和域扩张的超越度。
5. 代数簇的局部环，切空间，正则点，奇异点，环的完备化，Hensel’s lemma.
6. Nakayama lemma及应用。
7. 曲线：平面曲线，Bézout定理。曲线的除子（divisor），canonical divisor，线性系及其决定的到射影空间的映射，几何亏格与算术亏格，Riemann-Roch定理，ramification和Riemann-Hurewitz定理，赋值，离散赋值环与Dedkind domain.

**参考书目：**

【1】 Atiyah, M. F.; Macdonald, I. G. Introduction to commutative algebra.

Addison-Wesley Series in Mathematics. Westview Press, Boulder, CO, 2016. ix+128 pp. ISBN: 978-0-8133-5018-9; 0-201-00361-9; 0-201-40751-5

【2】 Hartshorne, Robin . Algebraic geometry. Graduate Texts in Mathematics, No. 52.

Springer-Verlag, New York-Heidelberg, 1977. xvi+496 pp. ISBN: 0-387-90244-9

【3】 Shafarevich, Igor R. Basic algebraic geometry. 1.Varieties in projective space.

Third edition. Translated from the 2007 third Russian edition. Springer, Heidelberg, 2013. xviii+310 pp. ISBN: 978-3-642-37955-0; 978-3-642-37956-7

**4. 数论**

**a) 代数数论：**

(i) 数域与代数整数环（number fields and ring of algebraic integers）

(ii) 类数的有限性（finiteness of the class number）

(iii) 分圆域（cyclotomic fields）

(iv) 赋值与局部域（valuations and local fields）

(v) 二次型的局部与整体原则（local-global principle for quadratic forms）

**b) L函数：**

(i) 狄利克雷特征/L函数（Dirichlet characters/L-series）

(ii) 函数方程（functional equations）

(iii) 狄利克雷类数公式（Dirichlet class number formula）

**c) 椭圆曲线：**

(i) 魏尔斯特拉斯椭圆函数（Weierstrass elliptic functions）

(ii) 椭圆曲线的单值化（uniformization of elliptic curves）

(iii) 有限域上椭圆曲线的有理点个数估计（Hasse bound）

(iv) 莫德尔魏依定理（Mordell-Weil theorem）(只需要知道结论)。

**参考书目：**

【1】 Jean-Pierre Serre, A course in arithmetic

【2】James Milne’s course notes on algebraic number theory

【3】 Jurgen Neukirch, Algebraic Number Theory

【4】 Joseph Silverman, Arithmetic of elliptic curves

【5】 K. Kato, N. Kurokawa, T. Saito, Number Theory I （有胥鸣伟和印林生翻译的中文版)

**5.有限域(50分)**

**a)有限域的结构与性质**

(ⅰ) 环与域，域的构造

(ⅱ) 有限域的群结构（加法、乘法）

(ⅲ) 极小多项式，本原多项式

(ⅳ) 有限域的存在唯一性，有限域的子域

(ⅴ) 迹与范数，二次方程的解

(ⅵ) 基，对偶基，正规基

**b)有限域上的多项式**

(ⅰ) 分圆多项式

(ⅱ) 多项式分解的Berlekamp算法

(ⅲ) 多项式的阶

(ⅳ) 线性化多项式

(ⅴ) 多项式方程, Chevalley定理，根寻找算法

**c)不可约多项式**

(ⅰ) 有限域上不可约多项式的个数与判定

(ⅱ) 二项式的不可约判定准则

(ⅲ) 一些三项不可约多项式

(ⅳ) 多项式的合成

(ⅴ) 递归构造

(ⅵ) 多项式的复合积与复合和

**d)指数和**

(ⅰ) 交换群的特征

(ⅱ) Gauss和，Jacobi和

(ⅲ) Gauss周期

(ⅳ) 分圆类与分圆数

(ⅴ) 有限域上的多元二次方程解的个数

**e)置换多项式**

(ⅰ) 置换多项式的判别法

(ⅱ) 特殊类型的置换多项式，Dickson多项式

(ⅲ) 线性化的置换多项式

(ⅳ) AGW准则

**参考书目：**

【1】R. Lidl and H. Niederreiter, Finite Fields, Encyclopedia of Mathematics and its Applications, vol. 20, 2nd Edition, Cambridge University Press, Cambridge, 1997.

【2】Z. Wan, Finite Fields and Galois Rings, World Scientific, Singapore, 2012.

【3】冯克勤、廖群英，有限域及其应用，大连理工大学出版社,2011.

**二、几何类**

**1． 微分几何（50分）**

a) 联络和曲率的基本概念

b) Riemann几何的基本理论

c) 紧曲面上的Gauss-Bonnet 公式

**2． 代数拓扑（50分）**

a) 基本群

b) 覆叠空间

c) 同调与上同调，万有系数定理

d) 上积、卡积和Poincare对偶

**3． 微分拓扑（50分）**

a) 微分流形的概念

b) 切丛与向量丛的概念

c) 横截性理论、相交理论

d) 微分形式，Stokes定理，de Rham上同调

**参考书目：**

【1】 尤承业，《基础拓扑学讲义》。 北京大学出版社， 1997.

【2】 姜伯驹，《同调论》。 北京大学出版社，2006.

【3】 陈省身、陈维桓，《微分几何讲义》 (第二版)。北京大学出版社, 2001年。（第1章到第七章, 附录一）

【4】 Allen Hatcher, Algebraic Topology. Cambridge Univ. Press, 2002.（前3章，并略去Additional Topics部分）

【5】 Victor Guillemin, Alan Pollack, Differential Topology. Prentice-Hall, 1974.

【6】 Theodor Brocker, Klaus Janich, Introduction to Differential Topology. Cambridge Univ. Press, 1982.

【7】 陈维桓、 李兴校，《黎曼几何引论》（上）（第一到第六章）。

**三、分析类**

**1. 泛函分析II (50分)**

1. Banach空间和Hilbert空间的基本理论及典型例子
2. Banach空间和Hilbert空间上有界线性泛函和线性算子基本理论
3. 紧算子
   1. Riesz-Fredholm理论
   2. 紧算子的基本性质, 谱理论
   3. 对称紧算子
   4. 有界自伴算子的谱分解
   5. 闭算子的理论
   6. 自伴扩张
   7. 无界自伴算子的扰动
4. 算子半群
   1. Hille-Yosida定理
   2. 单参数算子酉群的Stone定理

**2. 调和分析（50分）**

a) Fourier变换

(i) 函数的Fourier变换

(ii) Schwartz函数与缓增分布

(iii) Plancherel公式，函数的Fourier变换

(iv) 收敛与求和，Poisson核、Gauss核

1. Hardy-Littlewood极大函数
   1. 恒等逼近
   2. Marcinkiewicz插值定理
   3. Hardy-Littlewood极大函数
2. 奇异积分
   1. Hilbert变换
   2. Riesz变换
   3. 卷积型奇异积分算子
   4. 一般（非卷积型）Calderon-Zygmund算子
3. Hardy空间与BMO空间
   1. 原子Hardy空间
   2. BMO空间
4. Littewood-Paley理论与乘子
   1. Littewood-Paley理论
   2. Hörmander乘子定理

**3.复分析（50分）**

a) Cauchy积分理论:

Cauchy定理，Morera定理，Cauchy公式，Cauchy不等式，Liouville定理

b) Weierstrass级数理论:

零点孤立定理，解析函数唯一性定理，最大模原理，开映射定理

c) Laurent级数：

解析延拓，对称原理，幅角原理和Rouche定理，留数计算

d) 全纯映射与解析自同构:

正规族，Riemann映射定理，分式线性变换群和特殊区域的解析自同胚群

e) 广义Schwarz引理与双曲几何:

Poincare度量，广义Schwarz 引理，Ahlfors 超双曲度量， Picard 大定理，Montel正规定则

f) Riemann 曲面:

亏格和Riemann-Roch定理,半纯微分与半纯函数的的存在性定理，单值化定理， Riemann曲面的分类

g) Teichmuller 空间介绍：

环面上的复结构及其模空间，Riemann模问题，Teichmuller度量

**参考书目：**

【1】 张恭庆, 林源渠等， 泛函分析讲义上, 下册

【2】 Yosida: Functional Analysis Springer-Verlag;)

**【3】** J. Duoandikoetxea, Fourier analysis, Amer. Math. Soc.;

【4】程民德，邓东皋，龙瑞麟，实分析，高等教育出版社.

【5】 W. Rudin, Real and complex analysis, McGraw-Hill Company, 1996, 3th. version.

【6】 李忠， 复分析导引， 北京大学，2005。

【7】 谭小江，伍胜健， 复变函数简明教程， 北京大学，2006。

【8】 伍鸿熙，吕以辇，陈志华，紧黎曼曲面引论，高等教育出版社，2016。

**四、方程类**

**1. 常微分方程定性理论（50分）**

a) 常微分方程

线性微分方程组，解的存在和唯一性定理，比较定理与最小解最大解，解的延拓，解对参数及初值的连续依赖性，解对参数及初值的连续可微性，Gronwall不等式，变分方程，Sturm比较定理、Sturm-Liouville边值问题。

b) 定性理论

向量场与动力系统，平面线性系统相图，双曲奇点的拓扑共轭分类，Poincaré-Bendixson环域定理，Hopf分支，平面向量场的旋转数与奇点指数，李雅普诺夫稳定性与李雅普诺夫第二方法，线性系统的Floquet理论，周期轨的Poincaré映射，环面上的常微系统，旋转数，极限集与极小集。

**2. 椭圆方程（50分）**

a)数学物理方程

(i) 位势方程：基本解和Green函数，极值原理和最大模估计。

(ii) 热方程：Fourier变换方法，分离变量法，极值原理和最大模估计。

b)二阶椭圆型方程

(i) Sobolev空间,理论（解的存在唯一性）。

(ii) Schauder估计的结论及应用。

(iii)估计(Calderon-Zygmund理论)的结论及应用。

**3. 双曲方程（50分）**

a) 波动方程的物理背景以及解的基本性质

b) 双曲方程特征线解法，分离变量法以及能量不等式

c) 广义函数，线性波方程的基本解

d) 线性波的渐进色散（scattering）和衰减(decay)性质

**参考书目:**

【1】丁同仁，李承治：《常微分方程》 第一、二、三、五、六、八、九章;

【2】张芷芬、丁同仁、黄文灶、董镇喜，《微分方程定性理论》 第一、二§1-2、三§1-2、六§1-2、七章;

【3】庞特里亚金，《常微分方程》第三章

【4】周蜀林，《偏微分方程》， 北京大学出版社.

【5】 姜礼尚等，《数学物理方程》, 高等教育出版社.

【6】 陈亚浙，吴兰成，《二阶椭圆型方程与椭圆型方程组》，科学出版社.

【7】 D.Gilbarg, N.S. Trudinger, Elliptic Partial Differential Equations of Second Order (Part I Linear equations), Springer.

【8】 Hormander, The analysis of linear partial differential operators (Vol.1)， Springer-Verlag.

【9】 L. Evans, Partial Differential equations.

【10】 C. Sogge, Lectures on nonlinear wave equations.

【11】 T. Tao, Nonlinear dispersive equations. Local and global analysis.

**五、计算方法 （100分）（四门中选二）**

**数值代数 （50分）**

1. 基础知识

向量范数和矩阵范数，Schur分解定理，奇异值分解定理， Hermite矩阵的极小、极大定理。

1. 线性方程组的直接解法

Gauss消去法，Cholesky分解法，对称不定线性方程组的直接解法，线性方程组的条件数，条件数的估计和迭代改进。

1. 线性方程组的古典迭代法

Jacobi迭代法，Gauss-Seidel迭代法，SOR迭代法，SSOR迭代法，收敛性分析。

1. 求解线性方程组的Krylov子空间法

共轭梯度法的基本性质，共轭梯度法的收敛性分析，预优共轭梯度法，广义极小剩余法。

1. 矩阵特征值问题数值方法

幂法，反幂法，QR方法，二分法

**参考书目:**

【1】．“数值线性代数”，徐树方，高立，张平文编；

【2】．“矩阵计算的理论与方法”，徐树方编著。

**偏微分方程数值解 （50分）**

1. 差分方法

一般形式方程的差分格式的构造方法和数值分析，一阶双曲型方程的几个重要格式及其基本性质，守恒律的守恒型格式及Lax-Wendroff定理、单调与TVD等重要性质、Godunov格式与离散熵条件。

1. 椭圆边值问题的有限元方法

变分原理，二阶和四阶问题协调与非协调有限元的构造，有限元仿射族，协调与非协调有限元解的收敛性与误差分析，Aubin-Nitsche技巧，L2-模误差估计，反估计不等式。

**参考书目**

1. “Numerical Methods for Conservation Laws”, R. LeVeque;
2. “偏微分方程初值问题差分方法”，胡祖炽，雷功炎著
3. 《有限元方法讲义》， 应隆安，北京大学出版社, 1988；
4. 《The Finite Element Method for Elliptic Problems》, P. G. Ciarlet

**最优化理论与算法 （50分）**

1. **基础知识**
2. 无约束问题的最优性条件，约束问题的最优性理论，对偶理论;
3. 方法的收敛性与收敛速度;
4. 线搜索方法的准则及步长的计算，采用不同线搜索准则的方法的收敛性。
5. **牛顿型方法**
6. 牛顿法及非精确牛顿法;
7. 修正牛顿法;
8. 拟牛顿法及其性质;
9. 有限内存拟牛顿法。
10. **梯度型方法**
11. 最速下降方法及其收敛性;
12. 共轭梯度方法及其性质。
13. **信赖域型方法**
14. 信赖域方法及其性质;
15. 解信赖域子问题的方法: 信赖域子问题最优性条件，Levenberg-Marquardt 方法，Dogleg方法。
16. **解约束问题的方法**
17. 变量消去法;
18. 解KKT方程组方法;
19. 投影梯度法;
20. 外点罚函数方法;
21. 障碍函数方法;
22. 增广拉格朗日函数方法;
23. 序列二次规划方法。

**参考书目:**

【1】“Numerical Optimization”，J. Nocedal, S. J. Wright, second edition; 相关章节：第二、三、四、五、六、七、十、十二、十五、十六、十七、十八章。

【2】“最优化理论与方法”，袁亚湘，孙文瑜，科学出版社；相关章节：第一、二、三、四、五、七、八、九、十、十二、十三章。

【3】“数值最优化方法”，高立。

**随机模拟方法 （50分）**

1. 概率论基础

随机变量，期望，条件期望，特征函数，随机变量各收敛性之关系，Borel-Cantelli引理，基本概率不等式，大数定律，中心极限定理，Cramer定理。

1. 有限状态马尔科夫链

基本定义，不变分布，Perron-Frobenius定理，细致平衡条件，本原马氏链，遍历定理条件

1. 蒙特卡罗方法

随机变量生成，方差减小技术，Metropolis算法，模拟退火法，动理蒙特卡罗法(KMC)。

1. 随机微分方程

布朗运动定义及构造法，布朗运动基本性质，伊藤积分，随机微分方程，伊藤公式，斯特拉诺维奇积分，福克-普朗克方程，边界条件，逃逸问题，费曼-卡茨公式，随机微分方程欧拉离散及其强弱收敛阶估计，路径积分法

**参考书目:**

【1】．“Applied Stochastic Analysis”， 鄂维南-李铁军-Vanden-Eijnden；

【2】．“Probability: Theory and Examples”第1，2，5章, Durrett；

【3】．“Brownian Motion and Stochastic Calculus”第1到3章, Karatzas-Shreve；

**六、概率统计方向**

**概率论（50分）**

该部分考试涵盖研究生课程《高等概率论》以及先修的本科生课程《概率论》

概率空间的概念, 随机变量定义及其分布

单调收敛定理，Fatou引理，控制收敛定理

随机变量的独立性

随机变量四种收敛的定义及其相互关系

欧氏空间的概率测度性质， 弱收敛

弱大数定律，Chebyshev不等式

强大数定律，Borel-Cantelli引理

随机变量级数的收敛，Kolmogorov三级数定理

中心极限定理，Lindeberg-Feller定理

Fourier变换, 特征函数，逆转公式， Poisson收敛定理

条件独立，尾事件，Kolmogorov 0-1律，可交换序列

**参考书目**：

1. 李贤平：《概率论基础》第三版 高等教育出版社， 2010.
2. Rick Durrett, Probability: Theory and Examples, Third Edition, 世界图书出版社，2007.
3. Kai Lai Chung, A Course in Probability Theory, 2nd Edition, Academic Press， 1974.
4. 程士宏：《测度论与概率论基础》 北京大学出版社，2004.

随机过程（50分）

该部分考试涵盖《随机过程论》以及先修的本科生课程《应用随机过程》。

停时，Wald引理

马氏链（离散状态, 离散时间或连续时间），一些特例（如随机游动）

常返与非常返，平稳分布，渐近行为与收敛速度，可逆性与可逆分布

布朗运动的定义，轨道性质，转移概率，热核，OU过程

σ域流， 鞅、上（下）鞅（离散时间），Doob不等式，Doob分解，鞅收敛定理一致可积***与***L1收敛，停时定理，

宽平稳过程与严平稳过程, Birkhoff遍历定理

布朗运动的构造及轨道性质

马氏性与Blumenthal 0-1律， 强马氏性

生成元与马氏半群初步

随机微分方程初步

**参考书目**：

1. Rick Durrett, Probability: Theory and Examples, Third Edition, 世界图书出版社，2007.
2. 钱敏平、龚光鲁：《随机过程论》第二版， 北京大学出版社，1997.
3. 钱敏平、龚光鲁、陈大岳、章复熹，《应用随机过程》， 高等教育出版社，2011.

**高等统计学（50分）**

一、基本概念

1. 充分统计量

2. 完全性

3. 指数分布族

4. 统计决策理论

二、点估计

1. 无偏估计

2. 信息不等式

3. 矩估计与最大似然估计

4．极大极小估计、可容许性

5. 相合性、渐近正态性与渐近有效性

三、假设检验

1. Neyman-Pearson引理

2. 一致最优检验

3. 一致最优无偏检验

4. 似然比检验

5. 大样本检验

四、区间估计

1. 置信区间的构造

2. 置信区间的最优性

参考书目：

1. Shao, J. (2003). Mathematical Statistics (2nd ed.). Springer.
2. Lehmann, E. L. and Casella, G. (1998). Theory of Point Estimation (2nd ed.). Springer.
3. Lehmann, E. L. and Romano, J. P. (2005). Testing Statistical Hypotheses (3rd ed.). Springer.
4. 郑忠国, 童行伟, 赵慧 (2012). 高等统计学. 北京大学出版社.

**现代统计模型**（50分）

一、线性模型

1. 最小二乘估计及性质

2. 假设检验与置信区间

3. ANOVA

4. 模型选择

二、广义线性模型

1. 经典指数分布族

2. 循环加权最小二乘算法

3. Quasi-likelihood

4. Logistic、Poisson、Gamma等常见模型

三、非参数回归与可加模型

1. 核回归与局部多项式回归

2. 样条回归

3. 调节参数选取

4. 广义可加模型

四、相依数据及纵向数据

1. 随机效应模型

2重复测量数据与纵向数据

3. 广义估计方程

4. 广义线性混合模型

参考书目：

1. Rao, C.R., Toutenburg, H., Shalabh, Heumann, C. (2008) Linear Models and Generalizations: Least Squares and Alternatives. Springer, 3rd edition.
2. McCullagh, P., and Nelder, J.A. (1989) Generalized Linear Models. Springer, 2nd edition.
3. Fan, J., and Gijbels, I. (1996). Local Polynomial Modelling and Its Applications. Chapman & Hall.
4. Hastie, T.J., and Tibshirani, R.J. (1990). Generalized Additive Models. Chapman & Hall.
5. Diggle, P., Heagerty, P., Liang, K.Y. and Zeger, S. L. (2013). Analysis of Longitudinal Data. Oxford University Press, 2nd edition.

《高级计量经济专题》（非参数统计方法）（50分）

《高级计量经济专题》（非参数统计方法）讲授非线性统计模型，非参数和半参数回归模型和统计推断。

考察内容包括（但不限于）：

* 非线性参数模型：极值估计量的定义及其分布性质，假设检验和估计量的数值实现，变换模型及其统计推断等
* 非参数核密度估计：核密度估计量的定义，核函数和窗宽的选择方法，密度函数在边界点处的估计，密度函数倒数的估计及窗宽和核函数的选取，条件密度及条件分布函数的估计和统计推断等
* 非参数核回归方法：核回归估计量的定义、核函数和窗宽的选择方法，局部多项式核估计
* 半参数核估计方法：单因子半参数模型，部分线性半参数模型，可加模型等
* 基于核方法的模型设定检验：检验分布函数的设定以及回归函数的设定等
* 基于Sieve（spline，series等）的非参数和半参数估计方法
* 统计学习算法（boosting，random forest等）及其性质

**七、算法和数据结构**

本门考试内容包括算法设计与分析、数据结构基础。具体内容包括：

一、算法基础

1. 算法的复杂性类：

1）O(1), O(log n), O(n), O(n log n), O(n2), O(n3), O(2n) 等等

2）复杂性的基本分析技术

3）复杂性的基本概念：渐进复杂性，平均复杂性，最坏情况复杂性，复杂性上界和下界，分期偿还型（amortized）复杂性

2. 算法设计技术：

1. 贪心算法（greedy algorithms）
2. 分治法（divide and conquer）
3. 动态规划（dynamic programming）
4. 周游和回溯法（traversal and backtrack）
5. 分支限界法（branch and bound）

3. 经典算法

1）排序（sort）和检索（search）算法及其数据结构支持

2）重要图算法：图遍历，拓扑排序，最小生成树，最短路径（单出发点和任意点之间），强连通子图，关键路径，网络最大流等

1. 线性规划（linear programming）
2. 串匹配算法
3. 其他算法的概念

1）并行算法

1. 概率算法
2. 数据结构

1. 数据结构和实现，抽象数据类型

2. 基本操作的复杂性

3. 线性表（顺序表和链接表）

4. 栈与队列的抽象数据类型、实现、性质和应用

5. 二叉树和树的实现，递归和非递归的遍历算法

6. 堆和优先队列

7. 字典的各种表示和实现技术，检索等操作的复杂性分析：线性结构，散列表[哈希表]，二叉排序树，AVL树，红黑树，B树和B+树等

8. 图的矩阵与邻接表数据结构表示及算法实现

9. 其他常用数据结构、高维数据结构

10. 数据结构设计和性质分析

考试中如要求用某种编程语言定义数据结构和写出算法实现，考生可以从C、C++、Java、Python语言中选择一种。请注明所用语言，回答中超出语言规定的内容必须给出清晰的说明。

**参考书目：**

1. 《计算机算法基础》（第3版），余祥宣，崔国华，邹海明，华中科技大学出版社，2006.
2. 《Introduction to Algorithm》(2nd Edition)，Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest and Clifford Stein，MIT Press，影印版，高等教育出版社，2002.
3. 《算法与数据结构 — C 语言描述（第3版）》，张乃孝，陈光，孙猛，高等教育出版社，2011.
4. 《Data Structures and Algorithms Using Python》，Rance D. Necaise, Wiley, 2011.
5. 《数据结构（C语言版）》，严蔚敏，吴伟民，清华大学出版社，2011.

**八、理论计算机科学基础**

本门考试内容包括数理逻辑、自动机理论及可计算性与计算复杂性基础。

一、数理逻辑

1. 非形式命题演算、命题演算形式系统*L*、*L*的完全性定理

2. 一阶谓词演算、一阶语言、形式系统*KL*、等价和替换、前束范式、*KL*的完全性

3. 数学系统、一致性和模型

4. 哥德尔不完全性定理

二、自动机理论及可计算性与计算复杂性基础

* 1. 自动机理论
  2. 算法可计算性
  3. 图灵机
  4. 不可判定性
  5. 正则语言与有穷自动机
  6. 计算复杂性
  7. 问题类（P和NP问题类）
  8. 多项式归约（polynomial-time reducibility）
  9. Cook定理
  10. NP完全性问题

**参考书目：**

1. 《Logic for Mathematicians》(Revised Edition), A. G. Hamilton, Cambridge University Press. 影印版，清华大学出版社，2003.
2. 《Discrete Mathematical Structures》(3rd Edition)， Bernard Kolman, Robert Busby and Sharon Ross, Prentice Hall, 1996. 影印版，清华大学出版社，1997.
3. 《离散数学教程》，耿素云，屈婉玲，王捍贫，北京大学出版社，2009.
4. 《Introduction to the Theory of Computation》(2nd Edition)，Michael Sipser，Thomson Learning. 影印版，机械工业出版社，2006.
5. 《Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation》(3rd Edition)，John E. Hopcroft, Rajeev Motwani and Jeffrey D. Ullman, Pearson Education. 影印版，机械工业出版社，2007.
6. 《可计算性与计算复杂性导引》，张立昂，北京大学出版社，1996.

**九、信号与信息处理(100分)**

本门考试内容包括数字信号处理和模式识别两门课程，具体内容包括：

**[A] 数字信号处理**

一、连续信号的频谱和傅氏变换

1. 连续信号的频谱（定义、相位谱、振幅谱）
2. 频谱的基本性质（共轭、对称、时移、频移、展缩、翻转、微分等定理）

二、离散信号和抽样定理

1. 离散信号频谱的定义
2. 带限信号、奈奎斯特频率、实截频信号的抽样定理
3. 非带限信号的抽样定理、重抽样定理、假频现象

三、滤波与褶积，Z变换

1. 离散信号滤波的概念与褶积（卷积）的定义，连续/离散卷积公式的计算
2. 离散信号的Z变换（定义、Z变换与频谱的对应关系）

四、线性时不变滤波器与系统

1. 线性时不变系统及其时间（脉冲）响应函数的定义
2. 串联、并联及反馈系统（概念、图解）
3. 有理系统的定义及其时间响应函数（****和****的互求）

五、冲激函数——函数

1. 函数的定义、微商与频谱
2. 用函数求函数的频谱
3. 熟练掌握常见的傅氏变换对（连续和离散情形）：

方波、三角波、高斯、单双边指数、δ、正余弦、梳状、符号、阶跃等

六、希尔伯特变换与实信号的复数表示

1. 连续和离散希尔伯特变换的定义
2. 希尔伯特变换的应用（信号的包络、瞬时相位、瞬时频率）

七、有限离散傅氏变换

1. 有限离散傅氏变换的定义
2. 快速傅氏变换思想、公式（时域分解算法、频域分解算法，计算复杂度）
3. 利用FFT计算卷积（使用循环卷积计算普通卷积的序列长度分析）

八、相关分析

1. 相关的概念（相关系数、相关系数分布、去均值归一化相关系数分布）
2. 相关与卷积的关系
3. 利用FFT计算相关函数（使用循环相关计算普通相关的序列长度分析）

九、有限长脉冲响应滤波器和窗函数

1. 理想滤波器（低通、高通、带通、带阻）
2. 吉布斯现象及产生原因
3. 使用时窗函数构造近似理想滤波器的方法

十、递归滤波器的设计

1. 递归滤波（数学形式、稳定性、正向递归滤波、反向递归滤波）
2. 使用递归滤波构造近似理想滤波器的方法
3. 模拟滤波器和数字滤波器的设计

**[B] 模式识别**

1、统计决策方法：

贝叶斯决策理论及典型决策方法（最小错误率贝叶斯决策，最小风险贝叶斯决策，聂曼-皮尔逊决策）；贝叶斯分类器错误率，正态分布下的贝叶斯决策

2、概率密度函数的估计：

概率密度函数的基本参数估计方法和非参数估计方法，包括最大似然估计和贝叶斯估计， Parzen 窗法和 近邻法；正态分布下均值向量和协方差矩阵的最大似然估计和贝叶斯估计

3、线性判别方法：

线性判别函数的基本概念，Fisher线性判别， 感知器准则函数，最小平方误差准则函数，线性支持向量机，多类线性分类器。

4、非线性判别方法：

分段线性判别函数，二次判别函数，前馈多层神经网络，基于核函数的支持向量机

5、其他分类方法：

近邻法，决策树与随机森林，罗杰斯特回归，AdaBoost方法

6、特征选择：

类别可分离性判据，包括基于类内类间距离可分性判据、基于概率分布可分性判据、基于熵函数可分性判据以及利用统计检验作为可分性判据；特征选择的最优算法、次优算法和遗传算法；以分类性能为准则的特征选择方法

7、特征提取：

基于类别可分性判据的特征提取，主成分分析，K-L变换方法，以及MDS、Kernel PCA、ISOMap等非线性变换方法

8、非监督模式识别方法：

基于概率密度估计的聚类方法和EM算法，K均值、ISODATA及基于相似性度量的动态聚类算法，模糊K均值算法、分级聚类算法以及自组织映射神经网络聚类方法

参考书目：

1、程乾生：数字信号处理（第二版），北京大学出版社, 2010.

2、S. D. Stearns and D. R. Hush, Digital Signal Analysis, Prentice Hall, 1990.

3、张学工，模式识别（第三版），清华大学出版社，2010

4、Richard O. Duda等，模式分类（第二版），机械工业出版社，2003

5、Andrew R. Webb and Keith D. Copsey，统计模式识别 （第三版），电子工业出版社，2015

6、S. Theodoridis and K. Koutroumbas, 模式识别（第四版），电子工业出版社，2010