

# 学术学位 研究生核心课程指南(一)

(试 行)

国务院学位委员会第七届学科评议组 编

高等教育出版社·北京

10	恢复生态学 .....	619
11	生态统计分析 .....	621
12	生态学研究方法 .....	623
0714	统计学一级学科研究生核心课程指南 .....	626
01	高等统计学 .....	626
02	高等概率论 .....	628
03	高级计量经济学 .....	630
04	国民核算与宏观经济统计分析 .....	633
05	数据挖掘与机器学习 .....	636
06	多元统计分析 .....	637
07	时间序列分析 .....	640

## 01 高等统计学

### 一、课程概述

高等统计学主要培养学生如何将社会各行各业中出现的数据系统化成为统计学处理的对象,利用统计模型及相应的统计方法和理论分析数据的能力,为将来进行统计研究或实际工作打下一个坚实的基础。课程系统地讲述统计学中的基本概念和理论,着重介绍经典数理统计学中的主要内容,包括统计模型及相应统计量的性质、参数和非参数估计方法、统计假设检验、贝叶斯分析方法及相关的统计决策模型,并辅以介绍大样本方法。

### 二、先修课程

概率论、数理统计。

### 三、课程目标

通过本课程的学习,牢固掌握现代数理统计的基础理论与方法,深刻理解各种参数或非参数统计推断原理并能熟练运用常用方法。重点培养学生的统计思维,能够针对数据问题提炼统计模型,选择适当的统计方法解决问题的能力,并能够根据具体需要发展统计理论,以及利用统计软件进行统计数据分析的初步能力。

### 四、适用对象

博士生和学术型硕士生。

### 五、授课方式

课堂授课为主,配合习题课以及上机实习。

### 六、课程内容

#### 1. 统计学基础

包括样本空间、抽样分布、统计量、指数分布族和位置尺度分布族的基本概念,充分统计量的定义及验证方法和其含义,以及大样本理论及 Delta 方法概述等。此部分的重点是掌握统计学基本概念以及大样本理论基础,难点是充分统计量及大样本理论。

#### 2. 估计

包括点估计、区间估计的基本概念,如何求取一致最小方差无偏估计以及 Cramer-Rao 下界,极大似然估计的求取及优良性质,如何利用枢轴量方法求取单参数的置信区间等。此部分的重点是掌握参数估计方法与准则,难点是一致最小方差无偏估计的求取以及极大似然估计的大样本性质。

### 3. 假设检验

包括基本概念,如两类错误概率、检验函数、拒绝域、 $p$ -值等,一致最优势检验,一致最大势无偏检验,似然比检验,Wald 检验,Score 检验等。此部分的重点是理解并掌握假设检验思想、概念及常用的检验方法,难点是一致最优势检验相关结论的证明,以及某些检验的极限理论。

### 4. 非参数统计推断

包括核密度估计,非参数回归(局部多项式、样条等),非参数假设检验及拟合优度检验。此部分的重点是非参数的几种光滑方法,难点是这些非参数方法的大样本性质。

### 5. 重抽样方法

包括 Bootstrap 方法初步(方差估计、置信区间构造)等。此部分的重点是要求学生利用 Bootstrap 方法,难点是如何构造减少方差的相关方法。

### 6. 贝叶斯推断

包括贝叶斯方法的基本思想,贝叶斯估计方法,贝叶斯检验等。此部分重点是掌握贝叶斯方法的基本思想与贝叶斯估计方法,难点是先验如何选取及计算。

### 7. 模型选择

包括 AIC 准则,BIC 准则及其推广,交叉验证等。此部分的重点在于要求学生掌握变量选择的基本思想与准则。

### 8. 课程拓展内容

本部分为前述基本内容的拓展,包括统计决策理论,替代原理(矩估计、广义矩估计), $M$ -估计、估计方程和广义估计方程,置换检验,经验似然方法,Jackknife 基本原理,复杂模型中的 Bootstrap 方法(回归模型、时间序列、非参数推断等),贝叶斯计算。

## 七、考核要求

采用笔试和作业相结合的考核方式。考核标准是既要考核学生是否从理论上理解了统计推断方法,更要从实践层面上考核学生是否真正掌握了利用统计思想提炼数据模型和运用统计方法分析数据的能力。作业除一些基本的推导证明题目之外,还要求学生独立完成一项分析给定数据并撰写报告的工作(包括模型选择及估计、检验构造及结论分析等)。

## 八、编写成员名单

王兆军(南开大学)、邹长亮(南开大学)、周永道(南开大学)

## 02 高等概率论

### 一、课程概述

高等概率论是从测度论角度严格介绍现代概率理论与方法的一门课程。本课程以夯实学生的概率基础为目标,为学生将来进行严格的理论与方法研究打下一个坚实的基础。本课程首先以适合现代概率论需要的形式,系统地介绍测度论的基础知识,在此基础上阐述现代概率理论中包括概率、随机事件、随机变量、独立性、数学期望、条件概率、条件数学期望、特征函数、各类收敛性等概念以及包括大数定律和中心极限定理在内的各种现代概率极限理论。课程内容包括三个方面:测度论知识初步、概率极限理论与随机过程简介。

### 二、先修课程

概率论。

### 三、课程目标

本课程意在搭建从初等概率到现代概率研究的桥梁,为后续的学习与研究打下坚实基础。通过本课程的学习,深入理解并牢固掌握现代概率的各种概念、理论与框架,熟练掌握各种概率分析方法。重点培养学生的概率思维,强化学生的分析技能,同时通过对具体概率模型的演算和掌握,培养学生对概率的直观理解,提高使用概率模型解决具体问题的能力,使其初步具备能够根据具体需要发展概率理论与方法的能力。

### 四、适用对象

博士生和学术型硕士生。

### 五、授课方式

课堂授课为主,配合一定量的习题课。

### 六、课程内容

#### 1. 测度空间与概率空间

包括代数与 $\sigma$ -代数、可测空间、测度与概率等基本概念,集合形式的单调类定理和测度扩张定理等基本理论。学习的重点是掌握 $\sigma$ -代数与可测空间的定义,掌握测度的性质,测度与概率的联系与区别,难点是单调类定理和扩张定理的运用。

#### 2. 可测映射与随机变量

包括可测函数、随机变量、随机变量的分布、几乎处处收敛、依测度收敛、随机变量独立等基本概念与性质,函数型单调类定理等基本理论。学习的重点是可测函数的构造性质,难点是两类收敛的关系与性质。

### 3. Lebesgue 积分与期望

包括 Lebesgue 积分的定义与性质;Riemann 积分与 Lebesgue 积分的比较;期望的性质及其 Lebesgue 积分表示;积分收敛定理;一致可积性;不定积分与符号测度;Radon-Nikodym 导数以及  $L^p$  空间等。本部分的重点是理解并掌握 Lebesgue 积分基本思想以及各种积分收敛定理,难点是符号测度与 Lebesgue 分解。

### 4. 乘积空间与 Fubini 定理

包括乘积空间、乘积测度与 Fubini 定理、无穷乘积空间上的概率测度、Kolmogorov 相容性定理以及 Tulcea 定理。本部分的难点是理解无穷乘积可测空间以及乘积测度的构造与表示。

### 5. 条件期望与条件概率

包括条件期望的定义与性质、条件期望的计算、Bayes 法则、条件概率、条件独立性以及正则条件概率。本部分的重点是理解并掌握条件数学期望的实质与内涵,难点是正则条件概率的存在性证明。

### 6. 特征函数与极限理论

包括随机的特征函数定义与性质、逆转公式、连续性定理与 Bochner-Khinchin 定理, Kolmogorov 0-1 律、弱大数定律、强大数定律,测度的弱收敛与随机变量的依分布收敛,中心极限定理。本部分的重点是掌握特征函数以及各极限定理的内涵,难点是各极限定理的证明。

### 7. 离散鞅论

包括鞅与停时的基本概念以及鞅不等式、鞅的  $L^p$ -收敛定理与 Doob 停时理论等基本内容。本部分内容的重点是掌握鞅与停时的性质与理论,难点是掌握构造与使用鞅及停时的技巧与方法。

### 8. 课程拓展内容

本部分为前述基本内容的拓展,包括随机级数的收敛与重对数律、稳定分布与无穷可分分布及弱收敛定理,以及随机游动、马氏链、布朗运动等随机过程的初步内容。

## 七、考核要求

采用笔试和作业相结合的考核方法,考核标准是既要考核学生是否从理论上理解了现代概率的基本概念与思想,更要从应用层面考核学生是否真正掌握了现代概率的方法及其背后的概率直观。作业除一些基本的推理证明外,还包括一些体现现代概率理论与方法的应用问题。

## 八、编写成员名单

汪荣明(华东师范大学)

## 03 高级计量经济学

### 一、课程概述

高级计量经济学被公认为现代经济学、金融学和管理学等学科研究的方法论,与高级宏观经济学和高级微观经济学一起构成了中国高校经济管理类研究生必修的三门经济学核心理论课程。高级计量经济学的主要任务在于以经济、金融、管理等数据为基础,基于经济理论对数据进行定量分析和计量经济建模,定量研究经济变量间的相关或因果关系,并通过数据和模型探索和揭示经济规律。本课程为高校经济管理类研究生进行相关领域的研究提供方法论指导,培养学生将经济、金融领域出现的研究问题和数据转化为计量经济学处理的对象,并利用计量经济学相关理论和方法进行分析的能力,也为学生将来进行理论和应用计量经济学研究打下坚实基础。本课程系统讲述高级计量经济学中的基本概念和理论,着重介绍高级计量经济学的经典模型。

### 二、先修课程

高等代数、微积分、概率论和数理统计、初级计量经济学、中级计量经济学。

### 三、课程目标

本课程旨在搭建从中级计量经济学到现代计量经济学理论和应用的桥梁,为后续的学习和研究奠定基础。

本课程希望能让学生对高级计量经济学模型的发展有深刻的认知,激发学生对理论和应用计量模型的兴趣,对主要高级计量经济学模型有较为准确的理解,还使学生能够熟练应用部分计量经济学模型。

### 四、适用对象

博士研究生和硕士研究生。

### 五、授课方式

以课堂讲授形式为主,定期安排上机实验,并辅以课程论文。

### 六、课程内容

课程主要内容包括七个章节,为高级计量经济学的核心内容,不仅要求学生深刻理解和熟练掌握,还要求学生能灵活运用所学知识解决实际经济、金融问题,为进一步学习和科研打下坚实基础。同时本课程还设定了选讲内容,并根据内容难度设定要求博士生掌握的知识点(具体见目录)。

本课程基本内容如下:

### 1. 高级计量经济学基础

对计量经济学的诞生和发展、建模思路、模型与数据适用性、局限性等进行介绍。为学生初步搭建了一个计量经济学知识图谱。

### 2. 单方程计量经济学模型

包括线性回归模型及估计方法、普通最小二乘估计的统计推断性质、极大似然估计方法及其性质、GMM 估计以及模型偏误与解决方法。重点在于让学生掌握单方程计量经济学模型及其估计方法和性质。

### 3. 时间序列分析

包括平稳性概念和检验、自回归模型、长记忆模型、协整模型、向量自回归模型和条件异方差自回归模型等,着重介绍模型形式、模型性质和估计方法。重点在于掌握时间序列分析的相关模型并能够实际应用,难点在于模型性质和估计方法。

### 4. 定性和受限变量模型

包括线性概率模型、Probit 和 Logit 模型、Tobit 模型等。

### 5. 面板数据模型

包括固定效应模型、随机效应模型、条件分位数面板模型、动态面板模型及估计方法。重点在于面板数据模型的构建与应用。

### 6. 非参数与半参数计量经济学模型

包括主要模型类型、估计方法和应用。重点在于了解相关的模型种类和类型,并能够使用实际数据进行应用。

### 7. 自然实验与准实验(选讲)

包括方法介绍、合成控制法介绍、倾向得分匹配法介绍等。重点在于掌握相关方法的原理和应用。

本课程讲学目录如下(\*表示仅针对博士研究生):

## 第一章 引言

1. 计量经济学的诞生和发展
2. 计量经济学的建模思路
3. 计量经济学模型与数据的适用性
4. 计量经济学模型的局限性

## 第二章 单方程计量经济学模型及估计方法

1. 线性回归模型及估计方法
2. 普通最小二乘估计的有效样本性质和大样本性质
3. 单方程计量经济学模型的极大似然估计及性质
4. 单方程计量经济学模型的 GMM 估计
5. 模型偏误与解决方法
6. 分位数回归 \*

## 第三章 时间序列分析

1. 时间序列的平稳性
2. 自回归模型



3. 长记忆模型 \*
4. 协整模型
5. 向量自回归模型
6. 条件异方差自回归模型

#### 第四章 定性与受限变量模型

1. 线性概率模型
2. Probit 和 Logit 模型
3. Tobit 模型

#### 第五章 面板数据模型

1. 固定效应与随机效应模型
2. 条件分位数面板模型
3. 动态面板模型及估计方法 \*

#### 第六章 非参数与半参数计量经济学模型

1. 非参数与半参数计量经济学模型的主要类型
2. 非参数与半参数计量经济学模型的估计方法 \*
3. 非参数与半参数计量经济学模型的应用

#### 第七章 自然实验与准实验(选讲)

1. 自然实验与准实验的方法类型
2. 合成控制法介绍 \*
3. 倾向得分匹配法介绍 \*

课程拓展内容如下:

本部分为前述基本内容的拓展,包括计量经济学前沿、计量经济学的贝叶斯估计、计量经济学与机器学习的结合研究、大数据与计量经济学等内容。

### 七、考核要求

采用笔试和作业相结合的考核形式。笔试既要考核学生是否从理论上理解了主要计量经济学模型,也要考虑学生对高级计量经济学模型的应用。作业主要为学生基于给定的数据,应用高级计量经济学模型,借助相关计量和统计软件,对数据进行建模和估计,还要求学生独立进行作业论文的撰写。

### 八、编写成员名单

刘扬(中央财经大学)、苏治(中央财经大学)

## 04 国民核算与宏观经济统计分析

### 一、课程概述

国民核算与宏观经济统计分析立足于宏观经济运行过程,借助国民经济核算这一工具,把握宏观算大账的方法,培养运用以国民经济核算数据为核心的宏观经济统计数据分析和宏观经济问题研究能力,以适应未来在经济、金融等领域从事实际工作和研究工作的需求。

本课程基于经济学原理,特别是宏观经济学原理,介绍宏观经济统计和国民经济核算的对象、内容和方法;通过对宏观经济统计数据进行分析,展示宏观经济统计和国民经济核算在宏观经济管理和分析中的作用。

本课程是本科阶段国民经济核算课程的延续,研究生阶段更强调对国民经济核算整体框架的把握,对基本核算原理的归纳,强调运用数据分析宏观经济问题的能力,以及对规范研究和写作的训练。

### 二、先修课程

宏观经济学、微观经济学、国民经济核算、会计学、统计学、计量经济学。

### 三、课程目标

通过本课程的学习,牢固掌握现代宏观经济分析与研究的基础理论和统计框架,能够熟练运用常用分析方法对经济、金融问题展开深入研究。重点培养学生的统计思维与经济思维的结合,特别强调在经济思维下运用统计分析方法,以解决问题为统计应用的核心。本课程强调对国民经济核算的深入理解,强调宏观经济统计的基础框架,在此基础上,强调培养研究生理解国民经济核算前沿问题,理解宏观经济实践和解决具体问题。

### 四、适用对象

博士研究生和学术型硕士研究生。

### 五、授课方式

课堂授课和前沿问题讨论相结合。

### 六、课程内容

#### 第一章 总论

1. 研究对象与目标
2. 宏观经济理论基础
3. 国民经济核算框架
4. 宏观经济统计分析框架

## 5. 统计分析基本方法

本章为基础内容,主要回顾本科阶段国民经济核算和宏观经济统计分析的知识体系和理论框架。要求学生能够回忆和搭建宏观经济统计分析的框架体系,随后章节予以充实。

### 第二章 国内生产总值核算与投入产出表

1. 经济生产、经济投入与产出、经济增长
2. 国内生产总值核算方法
3. 投入产出表
4. GDP 的国际比较(汇率与购买力平价角度)

本章的基础内容讲授国民经济生产、经济产出、经济投入、增加值的概念、分类和核算关系,理解不同核算方法及其平衡关系。重点掌握不同核算方法和投入产出分析的内涵和平衡关系。

扩展内容深入讨论世界银行主导的国际比较项目(ICP)和购买力平价(PPP)相关问题。

### 第三章 经济增长测算与供求因素分析

1. 经济增长率的测算(国内生产总值角度)
2. 经济增长的需求侧观察与分析(三驾马车,投入产出角度)
3. 经济增长的供给侧观察与分析(产业结构、生产率,生产函数角度)

本章的基础内容讲授经济增长及其构成因素和主要测算指标。重点在于从供给和需求两个角度理解经济增长的支持因素。

扩展内容讲解潜在增长率的测算以及全要素生产率的测算。

### 第四章 收入分配宏观核算与分析

1. 收入分配宏观核算的基础框架(资金流量表角度)
2. 收入分配与使用核算,国民可支配收入核算
3. 国民收入分配格局的统计分析
4. 国民收入分配的重点领域和影响因素分析

本章的基础内容讲授可支配收入的形成过程,收入与消费的对应关系,资金流量表的构造和分析。重点掌握分配过程及其流量,消费的形成。

扩展内容可包括收入分配的公平问题与收入分配改革,财政支出结构及相关问题,共享发展的理解和测度等问题。

### 第五章 非金融投资与金融交易核算

1. 非金融投资与金融投资的宏观核算框架:固定资产投资统计、货币金融统计、资金流量表
2. 非金融投资宏观核算
3. 金融交易宏观核算

本章的基础内容讲授经济资产及其变化,包括非金融投资、金融交易以及其他物量变化,资金流量表的构建。重点在于理解非金融投资与金融投资的关系。

扩展内容可讨论详细资金流量表的编制与应用。

### 第六章 投资、金融交易与资产负债存量分析

1. 资产负债表的编制
2. 非金融投资及其存量的规模、结构、效益分析
3. 金融发展的测度与分析

本章的基础内容讲授资产负债的定义及其存量核算方法。重点在于理解流量与存量之间的关系。

扩展内容可讨论国家资产负债表的编制问题,资本产出比的测量及其变动分析,金融风险的测度及其专题研究。

### 第七章 对外经济统计与分析

1. 对外经济关系的不同层次及其统计框架
2. 国际收支平衡表和国际投资头寸核算与分析
3. 增加值贸易统计
4. 汇率比较与汇率变动统计分析

本章的基础内容讲授对外经济关系与核算、国际收支平衡表的结构和分析框架。重点在于理解不同国际收支项目之间的关联。

本章的扩展内容深入探讨增加值贸易、均衡汇率等专题。

### 第八章 宏观经济价格指数的编制与应用

1. 宏观视角下的价格指数体系
2. 价格指数的编制方法
3. 价格指数与通货膨胀测度
4. 通货膨胀与经济增长

本章的基础内容讲授价格指数的编制方法、可比价 GDP 的核算。

扩展内容深入讨论通货膨胀与经济增长的关系。

### 第九章 基于卫星账户的重要专题核算与分析

1. 作为灵活核算工具的卫星账户
2. 旅游卫星账户的编制与应用
3. 资源环境卫星账户的编制和应用
4. 新经济卫星账户的编制与应用

本章为扩展内容。讲授卫星账户的作用,介绍旅游、资源环境、新经济等卫星账户的基本思路。要求学生能够理解新经济发展趋势和卫星账户的必要性,以及其与国民经济核算中心框架的关系。

### 第十章 经济周期与经济景气

1. 经济周期理论与统计基准
2. 经济周期机制分析
3. 景气分析理论与方法
4. 景气循环与经济统计分析

本章为扩展内容。讲授经济周期及其测度问题。要求学生能够从时间序列角度理解周期的形成、量化和分析思路。

## 七、考核要求

采用笔试和课程论文相结合的考核方式,突出课程论文对检验分析能力的重要作用。考核标准是既要考核学生是否从理论上理解了国民经济核算体系基本原理与重要概念,更要从实践

层面上考核学生是否真正掌握了利用统计思维研究数据和运用统计方法分析宏观经济数据的能力。课程论文强调学生能够独立选题,完成对宏观经济问题的分析,并能够搭建学术论文和研究报告的写作框架。

## 八、编写成员名单

李静萍(中国人民大学)、甄峰(中国人民大学)、高敏雪(中国人民大学)

## 05 数据挖掘与机器学习

### 一、课程概述

数据挖掘与机器学习主要培养学生如何在大数据时代形成数据思维习惯,利用数据挖掘模型与机器学习算法深入探究数据价值,并呈现完整数据分析报告的能力,为学生未来进行统计研究或实际工作打下坚实的基础。本课程系统讲述数据挖掘和机器学习中的分析方法和各类模型的概念及理论,着重介绍回归模型、分类模型、树模型、Bayes 网、支持向量机、聚类分析、降维分析、关联分析方法等,并辅以对应的案例应用训练。

### 二、先修课程

高等代数、概率论、数理统计、R(或 Python)语言基础。

### 三、课程目标

通过本课程的学习,重点培养学生对数据价值的感知能力和数据挖掘分析的思维养成;学生应熟练掌握数据挖掘中的几类核心模型和机器学习算法及其原理,并选择和应用这些模型和方法去解决实际数据分析问题;学会利用 R 或其他统计计算语言对本课程介绍的典型数据挖掘模型和算法进行编程实践,并对模型结果进行合理的解释,能撰写完整的数据分析报告。

### 四、适用对象

博士研究生和硕士研究生。

### 五、授课方式

采取课堂讲授、PPT+板书为主与学生讨论并利用实际数据进行数据挖掘实践相结合的方式。要求学生应用与本课程有关的模型与分析方法撰写数据报告,并对成果进行汇报。

### 六、课程内容

#### 1. 数据科学基础

包括批判性数据思维、数据价值描述、数据挖掘、数据预处理、结构化与非结构化数据、描述分析及统计图形。

## 2. 监督学习算法

主要包括线性回归(含模型基本形式、估计方法、模型解读、模型诊断、预测及评估、变量选择及应用),逻辑回归(含模型基本形式、估计方法、模型解读、交叉验证与模型评估、其他推广),简单分类模型(含判别分析、朴素贝叶斯分类法、K近邻法),树模型与 Bayes 网(含决策树与回归树、Bagging 与随机森林、Boosting 算法、Bayes 网简介),支持向量机(SVM)(含线性可分支持向量机、间隔最大化、学习的对偶算法、核方法)等。

## 3. 非监督学习算法

主要包括聚类分析(含距离与相似度度量、K-means 聚类、层次聚类、谱聚类法、案例应用),降维分析(含主成分分析、探索性因子分析、多维标度分析),关联分析(含关联规则基本概念、Apriori 算法)等。

拓展内容如下:

本部分为前述基本内容的扩展,包括图模型、网络数据分析、文本数据处理等。

■ **重点:**形成数据思维习惯,掌握数据描述分析、线性回归模型、逻辑回归模型、简单分类模型、树模型、Bayes 网、支持向量机(SVM)、聚类分析、降维分析、关联分析和探索性数据分析方法。

■ **难点:**探索数据价值;掌握核心数据挖掘模型及机器学习算法:分类模型、树模型、Bayes 网、支持向量机(SVM)等;掌握聚类分析、降维分析、关联分析等非监督机器学习算法;进行数据挖掘与建模的案例制作。

## 七、考核要求

采用撰写数据分析报告、课堂汇报和笔试相结合的考核方式。考核标准既要考核学生是否从原理上理解并掌握了多种数据挖掘模型及机器学习算法,还要考查学生在实际应用案例中是否具备使用讲授的模型和算法撰写数据分析报告、汇报展示成果的能力。除了分析报告和汇报考核外,学生应利用本课所授知识独立制作完整的数据分析案例。

## 八、编写成员名单

郭建华(东北师范大学)、朱雪宁(复旦大学)

## 06 多元统计分析

### 一、课程概述

多元统计分析是研究多个随机变量之间统计规律性的一门课程,通过对相关多元数据的分

析与处理,探索变量之间的关系和问题的客观规律,培养学生如何利用多元统计分析方法和理论将在实际中收集到的多维数据进行统计分析,为学生将来从事统计研究或数据分析工作打下坚实的基础。本课程着重介绍多元统计分析的原理与方法,内容包括高维均值与协方差阵及其统计推断、判别分析、聚类分析、主成分分析、因子分析、典型相关分析等,是统计、数据科学与大数据技术等专业学生应当掌握的重要科学分析工具。本课程是处理和分析多元相关数据、探索多元变量之间的关系和问题的必备课程,属于本学科研究生课程体系中的重要基础课程。

## 二、先修课程

高等代数、数理统计。

## 三、课程目标

通过本课程的学习,重点培养学生对多元变量及其关系的统计思维,熟练掌握多元统计分析中的几类典型方法及其原理,并选择和应用这些方法去解决实际数据分析问题;学会利用 R 或其他统计计算语言对本课程介绍的典型多元统计方法进行编程计算,并对计算结果进行合理的解释。

## 四、适用对象

本学科专业博士研究生或硕士研究生。

## 五、授课方式

以课堂讲授、PPT+板书为主,学生讨论并利用实际数据编程计算为辅的方式进行。鼓励学生学会用本课程的方法进行案例分析。

## 六、课程内容

1. 多元正态分布及其统计推断
  - (1) 多元正态分布
  - (2) 高维分布、均值及协方差阵
  - (3) 参数估计与假设检验
2. 判别分析
  - (1) 距离判别
  - (2) 极大似然判别
  - (3) Bayes 判别
  - (4) Fisher 判别
3. 聚类分析
  - (1) 系统聚类法
  - (2) 动态聚类法
  - (3) 谱聚类法
4. 主成分分析

- (1) 数据降维与特征提取
- (2) 主成分分析
- (3) 稳健主成分分析
- 5. 因子分析
  - (1) 潜变量分析与因子模型
  - (2) 因子分析基本方法
  - (3) 参数估计
- 6. 典型相关分析
  - (1) 典型相关模型
  - (2) 典型相关分析方法
  - (3) 典型相关系数的估计与检验
- 7. 多元回归分析
  - (1) 多元线性回归模型
  - (2) 变量选择与偏最小二乘
  - (3) Logistic 回归分析
  - (4) 方差分析

■ 重点:多元统计分析的原理与方法,包括多元正态分布及其性质、高维均值与协方差阵的统计推断理论、常用统计判别分析、系统和动态聚类分析、主成分分析、因子分析、典型相关分析以及多元回归分析等的原理与方法。

■ 难点:从一元正态分布向多元正态分布的引入、抽样分布、高维均值与协方差阵的统计推断;判别分析的基本方法、Bayes 判别、Fisher 判别;距离与相似系数的引入,系统与动态聚类的思想方法;主成分分析降维思想与主成分分析统计模型;基于因子的降维方法、因子分析中参数估计方法以及因子旋转与因子得分;典型相关分析原理;多元回归分析中的统计推断及方差分析方法等。

## 七、考核要求

可采用笔试和作业或实验报告(案例分析)相结合的考核方式。考核标准既要考核学生是否从原理上理解了多元统计中的几类典型方法,还要考核学生是否真正掌握了运用多元统计方法分析实际数据的能力。平时作业除了进行一些基本理论方法的推导证明外,学生应独立完成一项利用多元统计方法分析给定实际数据的案例报告。

## 八、编写成员名单

耿直(北京大学)、崔恒建(首都师范大学)



## 07 时间序列分析

### 一、课程概述

时间序列分析是一门主要培养学生如何分析时间序列数据,建立统计模型并进行统计推断,以及应用到实践领域中去解释相关领域的现象,并做出预测的核心课程。时间序列数据是指在一定时间内按时间顺序测量的某些变量取值的序列,数据观察过程有时间先后顺序,且数据之间存在相关性,这与独立数据有本质的区别。时间序列分析就是利用按时间先后顺序的数据序列,应用数理统计方法加以处理、分析及统计,推断以及预测未来事物的发展。时间序列应用范围广泛,特别是在经济和金融数据分析中具有广泛应用。

本课程重点放在时间序列数据概念的理解、数据分析方法及建模技术上。本课程能使学生在时间序列的建模、统计推断方法的应用方面得到系统的训练,为后续课程的学习打下基础,同时相关工作者应用时间序列到实际中去提供系统的理论与方法。

本课程内容包括时间序列的基本概念,平稳时间序列模型,非平稳时间序列模型,模型的识别,模型的估计,模型的诊断,预测,趋势,季节模型,干扰模型,异方差时间序列模型及多元时间序列模型等。

### 二、先修课程

概率论、数理统计、线性模型或回归分析及相关数学类课程。

### 三、课程目标

通过本课程的学习,掌握时间序列的数据分析基础理论与方法,通过时间序列的理论学习和数据分析培养学生时间序列的模型识别、估计与预测能力。深刻理解各种时间序列的统计分析方法并能熟练运用常用方法。重点培养学生的统计思维,能够针对相关的时间序列数据问题提炼统计模型,选择适当的统计模型解决问题的能力,并能够根据具体需要发展时间序列统计理论,以及利用统计软件进行统计数据分析的初步能力。

### 四、适用对象

统计学科的应用统计学、统计学、数据科学及相关专业硕士研究生。

### 五、授课方式

课堂授课为主,配合案例分析以及上机实习。

### 六、课程内容

#### 第一章 绪论

了解时间序列的基本概念、含义和主要分类,了解时间序列主要方法及应用领域,着重区分

时间序列分析与数理统计学的主要区别。了解时间序列数据采集,数据的特征及与简单样本的区别,给出一些常见且有启发性的时间序列分析例子,简单描述可能使用的模型及模型特征,介绍时间序列基本思想及方法。

- 重点:时间序列的基本意义,时间序列数据特征。

## 第二章 平稳过程

了解时间序列构成因素及确定性趋势常用模型,掌握移动平均法、指数平均法、时间序列回归法及预测法;了解随机过程、平稳随机过程,自相关和动态性概念和基本性质。理解线性过程概念,掌握线性过程的基本性质,了解差分方程的含义,样本均值和自协方差的概念,及预报的基本要素。

- 重点:平稳时间序列的建模和步骤。
- 难点:时间序列随机过程特性,线性过程性质。

## 第三章 ARMA 模型

熟悉掌握 AR、MA 模型,ARMA 模型的基本概论、模型结构、特征方程及滞后算子概念,自相关系数和偏相关系数的定义。掌握模型的参数估计方法,模型定阶方法,以及 AIC 和 BIC 准则。并且基于本章的模型进行预报,以及预报评估方法等。

- 重点:AR、MA 和 ARMA 等时间序列模型建模、定阶和应用。
- 难点:模型定阶及参数估计方法。

## 第四章 谱分析

了解有限离散的傅里叶变换,掌握周期图和频谱的概念。掌握平稳过程谱密度及自相关函数的关系。熟悉掌握 ARMA 模型的谱密度及时间不变线性滤波。

- 重点:周期图及谱密度,谱密度及自相关函数的关系。
- 难点:谱密度意义,周期图计算。

## 第五章 预报

熟悉平稳时间序列预测方法,包括正交投影预测、差分方程预测、滑动平均预测。掌握用模型进行预测。了解 ARMA( $p, q$ ) 模型预测一般结果及预测的稳定性。

- 重点:预报方法,及预报效果的评估。
- 难点:预报效果的评估标准。

## 第六章 非平稳和季节模型

掌握非平稳时间序列概念,非平稳时间序列的检验方法,包括 Dickey-Fuller(DF)、ADF 检验、单位根检验等,及检验水平及功效(势)。掌握 ARIMA 模型。了解季节性模型的一般形式、季节模型结构、季节 ARIMA 模型。

- 重点:单位根检验、非平稳检验、检验水平及功效,季节模型。
- 难点:非平稳检验方法的理论。

## 第七章 协整理论与方法

掌握单整和协整的概念,熟练掌握协整检验方法和步骤,掌握误差修正模型及多个单位根检验方法,趋势性分析等。理解季节单整和协整的概念。

- 重点:单整和协整检验方法和步骤,误差修正模型。
- 难点:检验方法理论,误差修正模型的构建和性质推导。

## 第八章 ARCH 模型和 GARCH 模型

掌握条件异方差模型中异方差的概念,ARCH、GARCH 模型的基本结构及模型推断方法,长短记忆的 ARCH 模型及它们的应用。ARCH 和 GARCH 模型的扩展模型,包括 ARCH-M、EGARCH 模型等。

- 重点:ARCH、GARCH 和 EGARCH 模型。
- 难点:这些模型的统计推断方法。

## 第九章 多元时间序列

理解多元时间序列模型、基本结构。掌握多元时间序列二阶矩性质,均值和协方差阵估计。多元 ARMA 模型,因果 ARMA 模型的协方差阵函数,随机向量最好线性预报,多元 AR 过程模型与预报。

- 重点:多元 ARMA 模型,均值和协方差阵估计。
- 难点:模型理论性质。

## 第十章 状态空间模型

理解状态空间模型的概念和结构,掌握 ARIMA 模型的状态空间表示,Kalman 递归,状态空间模型的估计,EM 算法。了解一般状态空间模型,及其参数和数据推动的状态空间模型。

- 重点:ARIMA 模型的状态空间表示。
- 难点:模型的估计方法。

本课程讲学目录如下:

### 第一章 绪论

1. 时间序列介绍
2. 时间序列数据特征
3. 代表性的时间序列例子
4. 时间序列基本思想
5. 本课程内容介绍

### 第二章 平稳过程

1. 确定性趋势的时间序列模型
2. 线性过程
3. 滑动平均
4. 样本均值和自协方差函数
5. 平稳过程预报

### 第三章 ARMA 模型

1. AR 模型
2. MA 模型
3. ARMA( $p, q$ )模型
4. 自相关系数和偏相关系数
5. ARMA 预报

### 第四章 谱分析

1. 谱密度

2. 周期图
3. 时间不变线性滤波
4. ARMA 谱密度

## 第五章 预报

1. 预报及相关评判
2. 模型诊断

## 第六章 非平稳和季节模型

1. ARIMA 模型
2. 识别性
3. 时间单位根检验
4. ARIMA 模型预报
5. 季节 ARIMA 模型
6. 带有 ARMA 误差的回归

## 第七章 协整理论与方法

1. 协整与误差校正模型
2. 单一方程协整 \*
3. 系统方程协整 \*
4. 季节序列单整
5. 季节单整和协整

## 第八章 ARCH 模型和 GARCH 模型

1. ARCH 模型
2. 拟似然估计方法
3. 长、短记忆 ARCH 模型
4. ARCH-M 模型
5. GARCH 模型
6. EGARCH 模型

## 第九章 多元时间序列

1. 多元时间序列二阶性质
2. 多元序列均值及协方差
3. 多元 ARMA 模型
4. 多元时间模型预报
5. 多元时间序列协整
6. 多元 ARCH 模型和 GARCH 模型 \*

## 第十章 状态空间模型 \*

1. 状态空间表示
2. 基础状态结构模型
3. ARIMA 模型状态空间表示
4. Kalman 滤波

5. 状态空间估计
6. EM 算法
7. 一般状态空间模型

注:\* 表示可选讲。

## 七、考核要求

采用笔试和作业相结合的考核方式。考核标准是既要考核学生是否从理论上理解了时间序列分析方法,更要从实践层面上考核学生是否真正掌握了利用时间序列思想提炼数据模型和运用时间序列方法分析数据的能力,同时强调上机考核应用时间序列应用分析能力和掌握时间序列统计软件的能力。作业除一些基本的推导证明题目之外,还要求学生独立完成一项分析时间序列数据并撰写报告的工作,在报告中能清晰描述所用时间序列基本知识,包括模型选择及估计、检验构造,最后需要一个完整的分析报告及给出结论或可行的建议等。

## 八、编写成员名单

周勇(华东师范大学)、刘旭(上海财经大学)