

《应用时间序列分析》课程教学大纲

一、课程信息

课程名称：应用时间序列分析

Applied Time Series Analysis

课程编码：06E2115B

课程类别：专业核心课/必修课

适用专业：应用统计学

课程学时：64 学时

课程学分：3.5 学分

修读学期：第 6 学期

先修课程：数学分析、高等代数、概率论与数理统计、统计计算与应用软件、应用回归分析

二、课程目标

《应用时间序列分析》是应用统计学专业的一门专业核心课，是分析历史资料、建立模型、和预测未来最强有力的工具，是研究社会、经济、金融、管理等领域中与时间相关的数据，合理提取其演变规律、并根据该规律对后期的趋势定量预测的分析方法。通过这门课的学习，使学生掌握时间序列的基本概念以及时序的分类，学会对具体的时间序列的分析步骤与建模方法，进而掌握如何判断已建立模型与原来数据的适应性及对未来值的预测，掌握用统计软件（如 SAS、SPSS、R 语言等）进行时间序列分析，着力提高学生运用统计方法分析解决问题的能力。

本课程主要介绍一元时间序列的时域分析方法，力求在理论与应用两方面有所侧重。在强调基础理论时，主要弄清不同时间序列模型的原理和基本思路以及不同模型 5 个统计特征的数理推导，使学生知其所以然；同时更注重实际应用，侧重样本数据的 5 个统计特征的计算，如何根据计算结果，进行模型识别以及模型的参数估计、假设检验、预测等等这些方面在统计软件的操作、软件输出结果的解释等。

（一）具体目标

通过本课程的学习，使学生达到以下目标：

1. 系统获得和掌握时间序列定义、平稳时间序列的三大模型：自回归模型、移动平均模型、自回归移动平均模型及他们的平稳性及可逆性；平稳与非平稳时间序列建模方法、趋势模型、季节模型、确定时间序列分析及预测等基础知识的基本概念、基本理论和分析和建模能力。【支撑毕业要求指标点 2.2、4.3】

2. 利用时间序列的建模思想，结合随机过程、回归分析等相关理论，加强学生对统计分析工具的了解，拓宽学生的数学视野，能够使学生初步解决经济、气象、金融管理等领域相关时间序列的预测问题，正确的采集数据，构建指标体系，建立统计模型，进行统计分析，获得有效结论，对结果进行分析和检验，并将结果运用于实际。【支撑毕业要求指标点 4.1、5.2】

(二) 课程目标与毕业要求的对应关系

表1 课程目标与毕业要求的对应关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	2.问题分析	【2.2】利用统计学知识，在分析和识别复杂社会经济问题的基础上，使用统计模型的方法进行描述和解决；
	4.科学研究	【4.3】具有根据统计实验方案构建实验系统，安全地开展实验，并正确的采集实验数据的能力；
课程目标 2	4.科学研究	【4.1】能够运用统计学基本原理与方法分析社会经济问题，建立统计模型，进行统计分析，获得有效结论，对结果进行分析和检验，并将结果运用于实际。
	5.现代工具运用	【5.2】掌握常用的数据采集、处理、分析工具，能够针对社会经济领域复杂实际问题，选择和使用恰当的技术、工具和模拟软件，对复杂社会经济问题进行分析、计算与设计；

三、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

表2 课程内容与课程目标的关系

课程内容	教学方法	支撑的课程目标	学时安排
第一章 时间序列分析简介	讲授	课程目标 2	2
第二章 时间序列的预处理	讲授+实验	课程目标 1、2	6
第三章 ARMA 模型的性质	讲授+实验	课程目标 1	14
第四章 平稳序列的拟合与预测	案例式教学、讲授+实验	课程目标 1、2	12

第五章 无季节效应的非平稳序列分析	案例式教学、讲授+实验	课程目标 1、2	10
第六章 有季节效应的非平稳序列分析	案例式教学、讲授+实验	课程目标 1、2	12
第七章 多元时间序列分析	案例式教学、讲授+实验	课程目标 1、2	8
合计			64 学时

注：根据学生的实际情况，教学大纲中的课时可以浮动2-4个课时。

（二）具体内容

第一章 时间序列分析简介（2 学时）

【教学目标与要求】

1、**教学目标**：初步了解时间序列的定义，时间序列的发展历程和分析方法，熟悉时间序列分析常用的软件。

2、**教学要求**：

- (1) 理解时间序列的意义；
- (2) 理解时间序列分析两大类分析方法，即描述性时序分析和统计时序分析；
- (3) 了解时间序列分析 R 软件。

【教学重点与难点】

- 1、**教学重点**：时间序列分析软件的使用。
- 2、**教学难点**：时间序列分析两大类分析方法，即描述性时序分析和统计时序分析。

【学习内容】

- 1.1 引言
- 1.2 时间序列的定义
- 1.3 时间序列分析方法
- 1.4 时间序列分析软件-R 简介

【思政元素融入点】

结合中西方研究时间序列的历史以及关注问题的不同，既有助于提升学生专业知识学习兴趣，增强专业自信，也有助于强化学生的学习热情和民族自豪感，厚植学生科技报国的家国情怀，激发学生民族振兴使命担当。

第二章 时间序列的预处理（6 学时）

【教学目标与要求】

1、**教学目标：**理解平稳时间序列的定义，掌握平稳时间序列的统计性质，掌握纯随机性的检验的假设条件和检验统计量，学会绘制时序图和自相关图。

2、教学要求：

- (1) 理解平稳时间序列的定义；
- (2) 掌握平稳时间序列的统计性质；
- (3) 熟练掌握平稳性的检验（时序图检验、自相关图检验）；
- (4) 理解白噪声序列的定义及性质；
- (5) 熟练掌握纯随机性的检验（假设条件、检验统计量）。

【教学重点与难点】

1、**教学重点：**平稳时间序列的统计性质，时序图检验、自相关图检验。

2、**教学难点：**纯随机性的检验统计量。

【学习内容】

2.1 平稳序列的定义

2.2 平稳性检验

2.3 纯随机性检验

第三章 ARMA 模型的性质（14 学时）

【教学目标与要求】

1、**教学目标：**会使用平稳时间序列分析的方法性工具，如差分运算、延迟算子和线性差分方程；掌握 AR 模型、MA 模型和 ARMA 模型的相关理论知识、推导过程以及结论。

2、教学要求：

- (1) 了解线性常系数差分方程及其解的一般形式；
- (2) 掌握 AR 模型的平稳性判别方法，熟练掌握 AR 模型的统计性质；
- (3) 掌握 MA 模型的可逆性判别方法，熟练掌握 MA 模型的统计性质；
- (4) 掌握 ARMA 模型的平稳条件和可逆条件，理解 ARMA 模型的统计性质。

【教学重点与难点】

1、**教学重点：**AR 模型的平稳性判别方法和统计性质；MA 模型的可逆性判别方法和统计性质；

2、教学难点：AR 模型、MA 模型、ARMA 模型的统计性质。

【学习内容】

3.1 Wold 分解定理

3.2 AR 模型

3.3 MA 模型

3.4 ARMA 模型

第四章 平稳序列的拟合与预测（12 学时）

【教学目标与要求】

1、教学目标：细化平稳序列建模的步骤，掌握平稳序列的检验、平稳序列的建模方法和步骤以及时间序列预测。

2、教学要求：

(1) 熟练掌握平稳时间序列的建模方法和步骤；

(2) 掌握时间序列的预测，理解修正预测。

【教学重点与难点】

1、教学重点：平稳时间序列的建模方法和步骤。

2、教学难点：时间序列的预测、修正预测。

【学习内容】

4.1 建模步骤

4.2 单位根检验

4.3 模型识别

4.4 参数估计

4.5 模型检验

4.6 模型优化

4.7 序列预测

【思政元素融入点】

以新能源汽车、大气污染、新冠病毒等环保题材及热点问题为例，引发同学们的社会责任感，培养同学们的家国情怀。

第五章 无季节效应的非平稳序列分析（10 学时）

【教学目标与要求】

1、教学目标：理解非平稳序列随机分析的相关理论知识，通过相关理论知

识学习使学生能够运用软件拟合 ARIMA 模型并进行预测。

2、教学要求:

- (1) 了解时间序列的 Cramer 分解;
- (2) 了解差分运算的实质, 掌握差分方式的选择, 理解过差分问题;
- (3) 熟练掌握 ARIMA 模型的结构, 理解 ARIMA 模型的性质;
- (4) 掌握 ARIMA 模型建模的具体步骤;
- (5) 掌握 ARIMA 模型预测方法, 掌握疏系数模型的处理方法。

【教学重点与难点】

1、**教学重点:** ARIMA 模型建模

2、**教学难点:** ARIMA 模型建模与预测

【学习内容】

5.1 Cramer 分解定理

5.2 差分平稳

5.3 ARIMA 模型

5.4 疏系数模型

【思政元素融入点】

结合案例分析, 更好地使学生认识到要善于分析问题, 区分平稳序列与非平稳序列, 有无季节效应因素, 理论可以应用于实践, 同时也要注重量的积累, 促成质的飞跃。

第六章 有季节效应的非平稳序列分析 (12 学时)

【教学目标与要求】

1、**教学目标:** 掌握时间序列确定性因素分解, X-11 季节调整模型的计算过程和移动平均法; 了解 X-12-ARIMA 模型, X-11 过程、X-12 过程、Forecast 过程的思想方法和具体步骤了解指数平滑预测模型的使用场合, 学会运用适当的预测模型做出序列拟合和预测效果图。

2、教学要求:

- (1) 掌握时间序列确定性因素分解;
- (2) 掌握 X-11 季节调整模型的计算过程和移动平均法;
- (3) 了解 X-12-ARIMA 模型;
- (4) 了解指数平滑预测模型的使用场合, 学会运用适当的预测模型做出序列

拟合和预测效果图；

(5) 了解 X-11 过程的思想方法和具体步骤。

【教学重点与难点】

1、**教学重点**：时间序列确定性因素分解，X-11 季节调整模型的计算过程和移动平均法，运用适当的预测模型做出序列拟合和预测效果图。

2、**教学难点**：运用适当的预测模型做出序列拟合和预测效果图。

【学习内容】

6.1 因素分解理论

6.2 因素分解模型

6.3 指数平滑预测模型

6.3.1 简单指数平滑

6.3.2 Holt 两参数指数平滑

6.3.3 Holt-Winters 三参数指数平滑

6.4 ARIMA 加法模型

6.5 ARIMA 乘法模型

【思政元素融入点】

结合有季节因素有关的实际应用，让学生了解到不同的时间序列分析方法的重要应用作用、增强专业自信之外，更多的是能使学生体会到其中包含的辩证思想，培养学生探索未知、追求真理、永攀科学高峰的责任感和使命感。

第七章 多元时间序列分析（8 学时）

【教学目标与要求】

1、**教学目标**：掌握平稳多元时间序列的建模、干预分析、伪回归、协整检验方法和具体步骤、构造误差修正模型的方法。

2、**教学要求**：

(1) 掌握平稳多元时间序列建模；

(2) 理解虚假回归的意义，掌握单位根检验方法；

(3) 理解协整检验的概念，掌握协整检验方法和具体步骤；

(4) 了解误差修正模型，掌握构造误差修正模型的方法。

【教学重点与难点】

1、**教学重点**：平稳多元时间序列建模。

2、教学难点：干预分析、协整和误差修正模型。

【学习内容】

7.1 ARIMAX 模型

7.2 干预分析

7.3 虚假回归

7.4 协整模型

【思政元素融入点】

结合案例，引导学生用所学的专业知识解决生活中的问题，提高学生为社会经济发展服务的能力、提升学生学习课程的兴趣和增强学以致用能力，提高学生科学素养和科研能力。

四、教学方法与手段

本课程坚持以学生为中心，积极创新教学模式、融入思政元素，形成“理论讲授+实践操作+思政引领”相结合的教学模式，不仅使学生能够掌握扎实的理论基础和实践技能，还能够树立正确的价值观和人生观，全面开发学生潜能。具体做法有：

(1) 理论讲授：通过讲授的方式，系统介绍应用时间序列分析的基本理论、方法和原理，确保学生掌握扎实的理论基础。结合具体案例，将理论知识与实际应用相结合，增强学生的理解和应用能力。

(2) 实践操作：在讲授理论知识的同时，安排实验课程，让学生亲手操作统计软件进行数据分析，加深对理论知识的理解。设计具有实际应用背景的项目，鼓励学生运用所学知识解决实际问题，提升实践能力和创新能力。

组织小组讨论和合作，促进学生之间的交流与合作，培养团队精神和协作能力。

(3) 思政引领：在课程内容中融入思政元素，如介绍我国杰出统计学家的光辉事迹，增强学生的专业自信、学习热情和民族自豪感。结合当前社会、经济等领域的热点问题，进行案例分析，引导学生关注国家发展和社会进步，增强责任感和使命感。

五、实践教学安排

表3 课程实验教学一览表

序号	实验项目名称	实验学时	实验类型	所需主要仪器设备	必做 / 选做	是否为开放实验	备注
1	绘制时序图、自相关检验图	2	验证性	电脑	必做	否	
2	平稳性与纯随机性的检验	2	验证性 综合性	电脑	必做	否	
3	ARMA 模型的性质	4	验证性 综合性	电脑	必做	否	
4	APMA 模型的识别、参数估计和序列预测	2	验证性	电脑	必做	否	
5	无季节效应的 ARIMA 模型	2	验证性	电脑	必做	否	
6	有季节效应的三种模型比较	4	验证性 综合性	电脑	必做	否	

六、课程考核

本课程考核方式为考试，采用综合成绩评定，成绩由平时成绩和期末成绩构成，其中平时表现包括考勤，作业，实验报告等部分，期末成绩为期末考试成绩。

总成绩（100%）=平时成绩（40%）+期末成绩（60%）。

七、课程教学评价

课程评价主要是本门课程的课程目标达成度评价。课程目标达成度评价主要采用定量评价与定性评价相结合的方法，具体包括：课程调查问卷、平时成绩和期末考试成绩。相应课程目标评价方式见表 4。

表4 课程目标评价方式

课程目标	调查问卷	平时成绩	期末考试成绩
课程目标 1	√	√	√
课程目标 2	√	√	√

1.定性评价

定性评价采用调查问卷的方式来实现。调查问卷根据本门课程目标制作，主要反映被调查者（教师本人和学生）对课程目标达成的满意度，根据被调查者的满意程度赋分。具体计算方式见表 5。

表5 教师、学生对课程目标达成情况评价

课程目标	教师评价 50%	学生评价 50%	课程目标达成评价方法
课程目标 1	T1	S1	课程分目标 A_i 达成度 $=0.5 \times T_i + 0.5 \times S_i$, ($i=1,2$) ; 课程目标整体达成度 $=\min\{A_i\}$
课程目标 2	T2	S2	

2.定量评价

定量评价包括平时成绩和期末考试。平时成绩包括考勤,作业,实验报告等,任课教师根据具体情况选择合适方式并按完成情况赋分;期末考试成绩根据学生得分赋分,最终按照表 6 所列分值为百分比权重进行转换。

表6 课程考核成绩对课程目标达成情况评价

课程目标	平时成绩 40%	期末考试成绩 60%	课程目标达成评价方法
课程目标 1	45	50	课程分目标达成度 $B_i = 0.4 \times$ (分目标平时成绩平均分/分目标平时成绩总分) $+ 0.6 \times$ (分目标期末课程设计成绩平均分/分目标期末课程设计成绩总分) ($i=1,2$) ; 期末课程设计各分目标平均分、总分按课程设计详情核算; 课程目标整体达成度 $=\min\{B_i\}$ 。
课程目标 2	55	50	

3.综合评价

课程目标达成情况综合评价按照定性和定量所占权重进行综合计算,具体如表 7 所示。

表7 课程目标达成情况评价

课程目标	调查问卷 20%	课程考核成绩 80%	课程目标达成评价方法
课程目标 1	A1	B1	课程分目标达成度 $=0.2 \times A_i + 0.8 \times B_i$ 课程目标整体达成度 = 课程分目标达成度的最小值。
课程目标 2	A2	B2	

八、课程资源

(一) 建议选用教材

王燕.应用时间序列分析-基于R(第2版)[M].北京:中国人民大学出版社,2020.

(二) 主要参考书目

[1] 王燕.应用时间序列分析(第6版)[M].北京:中国人民大学出版社,2022.

[2] 王振龙.应用时间序列分析(第2版)[M].北京:中国统计出版社,2010.

[3] 何书元.应用时间序列分析[M].北京:北京大学出版社,2014.

[4] 易丹辉.时间序列分析方法与应用(第2版)[M].北京:中国人民大学出版社,2018.

[5] 詹姆斯 D. 汉密尔顿.时间序列分析[M].北京:中国社会科学出版社,2015.

[6] 黄红梅.应用时间序列分析[M].北京:清华大学出版社,2016

[7] 王黎明、王连等.应用时间序列分析(第二版)[M].北京:中国人民大学出版社,2022

[8] 郭亚帆.毛志勇等.应用时间序列分析实验教程[M].北京:经济管理出版社,2017

制 订: 数学与信息技术学院

教研室: 应用统计学教研室

执笔人: 李晓霞

审订人: 解瑞金