东北大学秦皇岛分校本科课程教学大纲

一、课程基本信息

<table>
<tr><td>开课单位</td><td colspan="3">悉尼智能科技学院</td><td>课程代码</td><td colspan="5">3060413057</td></tr>
<tr><td>中文名称</td><td colspan="8">时间序列分析</td></tr>
<tr><td>英文名称</td><td colspan="8">Time Series Analysis</td></tr>
<tr><td>总学时</td><td>44</td><td rowspan="2">理论学时</td><td rowspan="2">32</td><td rowspan="2">实验学时</td><td rowspan="2">12</td><td rowspan="2">上机学时</td><td rowspan="2">0</td><td rowspan="2">设计学时</td><td rowspan="2">0</td><td rowspan="2">课外学时</td><td rowspan="2">0</td></tr>
<tr><td>学　分</td><td>2.5</td></tr>
<tr><td>课程类型</td><td colspan="8">☐理论课程　☑理论（含实验）课程　☐实践类课程</td></tr>
<tr><td>课程类别</td><td colspan="8">☐通识类 ☐学科基础类 ☑专业方向类 ☐实践类</td></tr>
<tr><td>适用专业</td><td colspan="8">应用统计学</td></tr>
<tr><td>先修课程</td><td colspan="8">概率论与随机变量、应用回归分析</td></tr>
<tr><td>建议开课学期</td><td colspan="8">☐1-1 ☐1-2 ☐2-1 ☐2-2 ☑3-1 ☐3-2
☐4-1 ☐4-2 ☐5-1 ☐5-2 ☐*（代表每学期都开设）</td></tr>
<tr><td>考核方式</td><td colspan="4">☐考试 ☑考查</td><td>成绩分制</td><td colspan="3">☑百分制 ☐五级制
☐二级制</td></tr>
<tr><td>使用教材</td><td colspan="8">王燕，应用时间序列分析，中国人民大学出版社，2022 年</td></tr>
<tr><td>参考书及教学资源</td><td colspan="8">1、何书元，应用时间序列分析，北京大学出版社，2023 年
2、王燕，时间序列分析--基于 R，中国人民大学出版社，2020 年</td></tr>
<tr><td>其他说明</td><td colspan="8">无</td></tr>
</table>

二、课程简介

中文描述

本课程为应用统计学专业本科生开设的专业方向选修课。《时间序列分析》是应用统计学专业重要的专业基础课程之一，是衔接基础课与专业的桥梁，同时也是一门统计分析理论与实际应用密切结合的课程，它的主要任务是通过课堂理论授课、上机实验和学生完成作业，使学生掌握时间序列分析方法的统计思想、数学原理及实例数据中的应用，重点培养学生分析解决问题的能力，为学生从事与数据分析相关的技术、科学研究工作等打下坚实的基础。

English Description

This course is an elective course for undergraduate students majoring in applied statistics. Time series analysis is one of the important foundational courses in the field of applied statistics, serving as a bridge between foundational courses and practical applications. It is also a course that closely combines statistical analysis theory with practical applications. Its main task is to enable students to master the statistical ideas, mathematical principles, and application of time series analysis methods through classroom theoretical teaching, computer experiments, and homework completion. The focus is on cultivating student ability to analyze and solve problems, laying a solid foundation for their technical and scientific research work related to data analysis.

三、课程目标

1、知识目标：

1-1：掌握时间序列分析的概念。

1-2：平稳时间序列的统计性质，图检验，DF 检验，ADF 检验，纯随机性检验（假设条件、检验统计量）。

1-3：AR 模型的统计性质，AR 模型的平稳性判别方法，MA 模型的统计性质，MA 模型的可逆性判别方法，ARMA 模型的平稳条件和可逆条件。

1-4：平稳时间序列的建模方法和步骤，时间序列的模型识别，参数估计方法，假设检验方法，线性预测方法。

1-5：ARIMA 模型的结构、性质、建模和预测方法。

2、能力目标：

2-1：具有时间序列分析软件 SAS/R 初步操作的能力。

2-2：具有时间序列平稳性分析的能力。

2-3：具有 AR 模型平稳性判别能力、MA 模型可逆性判别能力及 ARMA 模型平稳性判别能力和可逆性判别能力。

2-4：具有平稳时间序列 ARMA 建模能力及预测能力。

2-5：具有非平稳时间序列 ARIMA 建模能力及预测能力。

3、德育/素养目标：

3-1：通过时间序列分析方法及其发展史的简单介绍，引导学生应具备一定的科学思维、科学精神和科学素质，树立科学思想以及正确的世界观和方法论。

3-2：通过学习时间序列平稳性的意义，即将时间序列样本容量不足问题转化为序列平稳性判别问题，理解等价转换思想。

3-3：通过 AR 模型平稳性判别、MA 模型可逆性判别及 ARMA 模型平稳性判别和可逆性判别的学习，让学生能够在先验知识的基础上给出新模型，从而达到以创新为动力，培养具有自学能力、创新意识、实践能力及团体协作能力的技能应用型人才的目标。

3-4：通过平稳序列建模步骤的学习，理解认识来源于实践、实践是认识的基础、实践是检验真理的唯一标准的哲学思想。

3-5：通过非平稳序列的随机性分析的学习，理解“一切从实际出发”这一马克思主义认识论的根本要求和实事求是的哲学原理。

表 1 课程目标与毕业要求的对应关系

毕业要求	指标点	课程目标	关联性（H/M/L）
1、理学知识：具有扎实的数学基础，能够将数学、自然科学和专业知识用于解决复杂实际问题。	1-2 掌握统计调查、统计数据处理、统计分析、计算机与统计软件使用等应用统计学的基本理论、知识与方法，具备采集、处理、分析数据的能力，熟悉预研报告、可行性分析报告、研究方案等文档的撰写规范。	1-1 到 1-5、2-1 到 2-5、3-2 到 3-5	H
2、问题分析：能够借助应用统计学的基本原理、方法和手段，识别、表达、并通过文献研究分析复杂实际问题，以获得有效结论。	2-1 能够借助应用统计学的基本原理、方法和手段，分析、识别、表达本专业相关的复杂实际问题。	1-3 到 1-5、2-3 到 2-5、3-1 到 3-5	M

4、研究：能够基于科学原理并采用科学方法对复杂实际问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。	4-1 能够基于科学原理并采用科学方法，在本专业相关理论指导下对复杂实际问题设计实验进行研究。	1-2 到 1-5、2-1 到 2-5、3-4、3-5	M

四、主要教学内容

（一）理论教学

第 1 章 时间序列分析简介（支撑课程目标 1-1、2-1、3-1）

【1】知识点：

（1）时间序列的定义。

（2）时间序列分析方法。

（3）时间序列分析软件 SAS 和 R 语言。

【2】学习目标：

了解：时间序列分析的应用领域，时间序列分析软件 SAS 和 R 语言。

理解：时间序列的意义及两大分析方法。

【3】重点内容：

时间序列分析软件 SAS 和 R 语言的使用。

【4】难点内容：

时间序列分析两大类分析方法的理解。

【5】思政案例：

最早的时间序列分析可以追溯到 7000 年前的古埃及。古埃及人把尼罗河涨落的情况逐天记录下来，从而构成一个时间序列。对这个时间序列长期的观察使他们发现尼罗河的涨落非常有规律，由于掌握了涨落的规律，古埃及的农业迅速发展。某种历史现象的发生，总是有其特定的原因的，无论是偶然的还是必然的事件。在教学中可以引导学生通过利用时间序列分析方法来分析历史数据，进行归纳总结，从而获得时间序列的统计规律，从而更好地奉献于国家、服务于社会。

第 2 章：时间序列的预处理（支撑课程目标 1-2、2-2、3-2）

【1】知识点：

（1）平稳时间序列定义，宽平稳，严平稳。

（2）平稳时间序列的统计性质，平稳时间序列的意义。

（3）Wold 分解定理，平稳序列的特征根。

（4）图检验，DF 检验，ADF 检验。

（5）纯随机序列的定义，白噪声序列的统计性质（纯随机性和方差齐性）；纯随机性检验（假设条件、检验统计量）。

【2】学习目标：

了解：平稳时间序列的定义。

理解：白噪声序列的定义及性质，Wold 分解定理。

掌握：平稳时间序列的统计性质，图检验，DF 检验，ADF 检验，纯随机性检验（假设条件、检验统计量）。

【3】重点内容：

DF 检验，ADF 检验。

【4】难点内容：

纯随机性检验。

【5】思政案例：

从传统统计分析的数据结构一般为有限个变量，每个变量有多个观察值，根据大数定律、中心极限定理等统计理论获得数据的内在统计规律。时间序列数据的显著本质特征是样本量为 1，

这一根本性条件严重不符合大数定律、中心极限定理的条件，因此无法做任何有效的统计推断。然而，平稳时间序列数据却可以跳出样本量不足的束缚、利用平稳性，仍然能够找出时间序列数据背后隐藏的内在规律。从而得出：样本量不足问题可以转化为序列平稳性问题，这就是等价转换思想。

第 3 章：平稳时间序列模型的性质（支撑课程目标 1-3、2-3、3-3）

【1】知识点：

（1）差分运算，延迟算子，线性差分方程。

（2）AR 模型的定义、AR 模型平稳性判断、平稳 AR 模型的统计性质。

（3）MA 模型的定义、平稳 MA 模型可逆性判断、平稳 MA 模型的统计性质。

（4）ARMA 模型定义、平稳条件和可逆条件、传递形式和逆转形式、ARMA 模型统计性质。

【2】学习目标：

了解：线性常系数差分方程及其解的一般形式。

理解：ARMA 模型的统计性质。

掌握：AR 模型的统计性质，AR 模型的平稳性判别方法，MA 模型的统计性质，MA 模型的可逆性判别方法，ARMA 模型的平稳条件和可逆条件。

【3】重点内容：

（1）AR 模型的平稳性判别方法。

（2）MA 模型的可逆性判别方法。

【4】难点内容：

（1）AR 模型和 MA 模型。

（2）ARMA 模型的统计性质。

【5】思政案例：

实际问题中的时间序列一般来说，既不是标准的 AR 模型，也不是标准的 MA 模型，而可能与 ARMA 模型更加接近。即便如此，但我们的习惯做法仍然是先用前两个简单模型分别来拟合，若效果不理想，则可在此先验信息或团队成员研究结果的基础上考虑二者的综合模型 ARMA。通过此案例的分析，可以培养学生的自学能力、创新意识、实践能力及团体协作能力。

第 4 章：平稳时间序列建模与预测（支撑课程目标 1-4、2-4、3-4）

【1】知识点：

（1）平稳时间序列建模步骤。

（2）样本自相关函数和偏自相关函数，模型识别。

（3）参数估计：矩估计、极大似然估计和最小二乘估计。

（4）模型的显著性检验和参数的显著性检验。

（5）模型优化，AIC 准则和 SBC 准则。

（6）线性预测函数，预测方差最小预测原则，线性最小方差预测的性质，条件无偏最小方差估计值、AR 序列预测、MA 序列预测、ARMA 序列预测及其修正预测。

【2】学习目标：

了解：平稳平稳时间序列建模与预测的意义。

理解：修正预测。

掌握：平稳时间序列的建模方法和步骤，时间序列的模型识别，参数估计方法，假设检验方法，线性预测方法。

【3】重点内容：

（1）平稳时间序列的建模方法和步骤。

（2）预测方差最小原则。

（3）线性最小方差预测的性质。

【4】难点内容：

（1）时间序列的预测和修正预测。

（2）AIC 准则和 SBC 准则。

【5】思政案例：

平稳序列建模包括预处理、模型定阶、参数估计、假设检验及模型优化等步骤，而好的模型一般都不是一次性获得，而是这几个步骤之间循环操作、反复修正获得。该建模过程就是一个认识与实践之间关系的具体体现，即，认识来源于实践、实践是认识的基础、实践是检验真理的唯一标准。

第 5 章：无季节效应的非平稳序列分析（支撑课程目标 1-5、2-5、3-5）

【1】知识点：

（1）Cramer 分解定理。

（2）差分运算的实质，差分方式的选择，过差分。

（3）ARIMA 模型的结构、性质、建模和预测。

【2】学习目标：

了解：差分运算的实质和选择，过差分。

理解：Cramer 分解定理。

掌握：ARIMA 模型的结构、性质、建模和预测。

【3】重点内容：

（1）ARIMA 模型结构。

（2）ARIMA 模型性质。

（3）ARIMA 建模和预测。

【4】难点内容：

（1）Cramer 分解定理。

（2）Bayes 差分方式的选择。

（3）ARIMA 模型预测

（二）实验教学

实验教学部分以时间序列预处理、平稳时间序列建模及预测和非平稳时间序列建模及预测三个实验项目为主线，以学生实际操作为主、教师传授为辅的教学模式，充分利用各种软件资源，挖掘学生潜能，打好操作技能基础，灵活运用 SAS 和 R 语言两种统计软件实现时间序列分析方法，提升学生的 SAS 和 R 语言的编程技能。实验教学的项目名称及学时分配相关信息如表 2 所示。

表 2　实验教学信息表

序号	实验项目名称	实验学时	每组人数	实验类型	实验性质
1	时间序列数据集的建立与处理	2	1	综合性	必做
2	平稳性检验与纯随机性检验	2	1	综合性	必做
3	ARMA 模型的随机模拟	2	1	验证性	必做
4	ARMA 模型识别	2	1	综合性	必做
5	平稳时间序列预测	2	1	综合性	必做
6	无季节效应的非平稳时间序列预测	2	1	综合性	必做

实验项目一：时间序列数据集的建立与处理（支撑课程目标 1-1、2-1、3-1）

【1】实验内容：

（1）了解 SAS/R 语言操作界面。

（2）熟悉 SAS/R 语言的数据集创建与处理。

【2】实验目的：

熟悉统计软件 SAS/R 语言的基本操作流程。

【3】教学要求：

通过实验，熟悉 SAS/R 语言的功能特点，了解 SAS/R 语言统计处理的基本过程，掌握 SAS/R

语言的数据文件建立。

【4】实验方式：上机实验，SAS/R 语言。

【5】实验场地与设备：机房，计算机。

实验项目二：平稳性检验与纯随机性检验（支撑课程目标 1-2、2-2、3-2）

【1】实验内容：

时序图绘制、平稳性与纯随机性检验。

【2】实验目的：

（1）能够利用统计软件 SAS/R 对时间序列绘制时序图，进而进行平稳性与纯随机性检验。

（2）能够利用统计软件 SAS/R 进而进行平稳性与纯随机性检验。

【3】教学要求：

（1）能够利用 SAS/R 绘制时序图。

（2）熟悉 SAS/R 统计软件的平稳性检验与纯随机检验的相关编程模块。

（3）了解 SAS/R 平稳性检验与纯随机检验的代码编写过程。

（4）能够根据平稳性与纯随机性检验的 SAS/R 输出结果，初步判断时间序列的平稳性与纯随机性，完成综合性实验报告。

【4】实验方式：上机实验，SAS/R 语言软件。

【5】实验场地与设备：机房，计算机。

实验项目三：ARMA 模型的随机模拟（支撑课程目标 1-3、2-3、3-3）

【1】实验内容：

（1）能够利用统计软件 SAS/R 随机模拟的方法生成 AR 模型，初步绘制自相关图和偏自相关图。

（2）能够利用统计软件 SAS/R 随机模拟的方法生成 MA 模型，初步绘制自相关图和偏自相关图。

（3）能够利用统计软件 SAS/R 随机模拟的方法生成 ARMA 模型，初步绘制自相关图和偏自相关图。

【2】实验目的：

（1）利用 SAS/R 随机模拟 AR 模型、MA 模型及 ARMA 模型，初步绘制自相关图和偏自相关图，为进一步研究 ARMA 模型的统计性质提供虚拟数据。

（2）根据 ARMA 模型的 SAS/R 随机模拟结果和自相关图和偏自相关图，完成验证性实验报告。

【3】教学要求：

通过实验，能够利用统计软件 SAS/R 随机模拟 AR 模型、MA 模型及 ARMA 模型，初步绘制自相关图和偏自相关图，验证三种模型的统计性质。

【4】实验方式：上机实验，SAS/R 语言软件。

【5】实验场地与设备：机房，计算机。

实验项目四：ARMA 模型识别（支撑课程目标 1-4、2-4、3-4）

【1】实验内容：

（1）熟练编写相关 SAS/R 程序完成自相关图和偏自相关图的绘制。

（2）能够对自相关图和偏自相关图进行合理解释。

（3）能够根据软件输出结果识别模型

（4）系统完善实验内容，并对实验问题进行背景意义及本质规律方面进行描述，形成综合性实验报告。

【2】实验目的：

（1）通过该实验掌握自相关图和偏自相关图的 SAS/R 编程基本过程。

（2）通过该实验掌握 ARMA 模型识别的 SAS/R 编程基本过程。

（3）能够利用 SAS/R 软件对平稳时间序列数据进行 ARMA 模型识别，完成综合性实验报告。

【3】教学要求：

通过实验，能够对平稳时间序列进行模型定阶，能编写出 ARMA 模型识别的 SAS/R 程序代码，并对软件的输出结果给出统计意义上的解释，能够独立完成综合性实验报告。

【4】实验方式：上机实验，SAS/R 语言软件。

【5】实验场地与设备：机房，计算机。

【6】思政案例：

针对实际问题，合理选择模型。理解具体问题具体分析的马克思主义活的灵魂。

实验项目五：平稳时间序列预测（支撑课程目标 1-4、2-4、3-4）

【1】实验内容：

（1）利用 SAS/R 软件对平稳时间序列数据进行 ARMA 建模，包括：未知参数估计值、拟合统计量的值、残差自相关检验、拟合模型的具体形式。

（2）给出序列预测值，输出预测图。

（3）能够对建立的 ARMA 模型给出合理解释，对预测值的精度进行分析。

（4）系统完善实验内容，并对实验问题进行背景意义及本质规律方面进行描述，形成综合性实验报告。

【2】实验目的：

（1）利用 SAS/R 软件对平稳序列的 ARMA 建模方法进行上机实现。

（2）利用 SAS/R 软件对平稳时间序列进行 ARMA 建模，完成综合性实验报告。

【3】教学要求：

通过实验，学生能编写 ARMA 建模的 SAS/R 程序代码，能够对平稳时间序列进行完整的建模，并合理分析软件输出结果，最终对序列做出短期预测，独立完成综合性实验报告。

【4】实验方式：上机实验，SAS/R 语言软件。

【5】实验场地与设备：机房，计算机。

实验项目六：无季节效应的非平稳时间序列预测（支撑课程目标 1-5、2-5、3-5）

【1】实验内容：

（1）利用 SAS/R 软件对无季节效应的非平稳时间序列数据进行 ARIMA 建模，包括：未知参数估计值、拟合统计量的值、残差自相关检验、拟合模型的具体形式。

（2）给出序列预测值，输出预测图。

（3）能够对建立的 ARIMA 模型给出合理解释，对预测值的精度进行分析。

（4）系统完善实验内容，并对实验问题进行背景意义及本质规律方面进行描述，形成综合性实验报告。

【2】实验目的：

（1）利用 SAS/R 软件对无季节效应非平稳时间序列的 ARIMA 建模方法进行上机实现。

（2)利用 SAS/R 软件对无季节效应非平稳时间序列进行 ARIMA 建模，完成综合性实验报告。

【3】教学要求：

通过实验，学生能编写 ARIMA 建模的 SAS/R 程序代码，能够对无季节效应非平稳序列进行完整的建模，并合理分析软件输出结果，最终对序列做出短期预测，独立完成综合性实验报告。

【4】实验方式：上机实验，SAS/R 语言软件。

【5】实验场地与设备：机房，计算机。

五、教学安排与学时分配

本课程以课堂教学为主，辅以实验教学形式。课堂教学围绕本课程的基本概念、基本理论、基本方法和实验操作进行授课。课程围绕立德树人根本任务，以培养德智体美劳全面发展社会主义建设者和接班人为总目标，以时间序列分析的基本原理及方法讲授为主线，以平稳时间序列建模方法的实际应用为辅线，充分利用线下课堂、线上教学资源和思政案例开展教学活动，发挥理论知识传授、实验操作及价值引领作用，扎实基础知识，提升实践技能和创新精神，从唯物辩证

法的角度理解时间序列分析基本思想及基本方法，使得学生进一步理解时间序列分析理论方法中蕴含的哲学思想。线下面授课堂的学时分配如表 3 所示。

表 3 学时分配表

讲　　课　　内　　容		学时				
		讲课	实验	上机	设计	课外
第 1 章	时间序列分析简介	2	2	0	0	0
第 2 章	时间序列的预处理	8	2	0	0	0
第 3 章	平稳时间序列模型的性质	8	2	0	0	0
第 4 章	平稳时间序列建模与预测	10	4	0	0	0
第 5 章	无季节效应的非平稳序列分析	4	2	0	0	0
小计		32	12	0	0	0
总计	44					

六、教学方法

1、讲授时间序列基本理论方法，理论联系实际，培养学生创新能力。

2、采用多媒体课件与板书相结合的教学方式。

3、理论教学、讨论形式相结合，调动学生的学习积极性，培养学生的自学能力、团队协作能力和解决实际问题的能力。

七、成绩评定

本门课程依据全程监控的理念进行考核，成绩评定方式百分制。课程考核包括 3 个部分，分别为平时成绩、实验成绩和考试成绩。具体要求及评分方法如下：

1、平时成绩：平时成绩主要由平时上课出勤、平时书面作业来综合评定，平时成绩占总成绩的 30%，其中平时上课出勤占平时成绩的 40%，作业占平时成绩的 60%。

2、实验成绩：实验成绩主要由平时实验课出勤、实验报告来综合评定，实验成绩占总成绩的 10%，其中平时实验课出勤占实验成绩的 40%，实验报告占实验成绩的 60%。

3、考试成绩：考试成绩由结课考试来评定，考试成绩占总成绩的 60%，结课考试采用闭卷考试形式。

4、对所缺实验、作业等超过应完成量的 1/3 者，或缺课累计学时超过该门课程教学大纲规定的计划学时数的 1/3 者，或实验成绩考核成绩不合格者，取消该课程的考核资格。

八、评价及持续改进

1、教学大纲

考核周期：4 年，修订周期：4 年。

改进措施：课程负责人组织课程团队所有教师讨论后提出改进意见，经教研室主任审核后由教学院长批准。

2、成绩评定考核

考核周期：1 学年，评价依据：学生最终成绩综合分析。

改进措施：根据学生最终成绩的分布，进行相应的内容调整和优化，并改进教学方法。

撰写：　　张子选

审核：　　韩鹏

批准：　　史文博

日期：　　2023.07.05