

教学设计：多元线性回归模型的统计检验

单元名称	多元线性回归模型的统计检验
教学目标 和要求	（一）知识与技能目标 1.掌握多元回归分析的基本概念 （1）学生应能够清晰阐述多元回归分析的定义，理解其与一元线性回归分析的区别与联系。 （2）学生应了解多元回归分析的基本假设、回归方程的形式，以及多元回归系数的解释意义。 2.理解多元回归模型的构建原理 （1）学生应能够根据实际研究问题，选择合适的解释变量和被解释变量，构建多元回归模型。 （2）学生应理解多元回归模型中各个参数的意义，以及它们如何共同影响被解释变量。 3.掌握多元回归模型的估计与检验方法 （1）学生应熟悉多元回归模型参数的估计方法，如最小二乘法等，并能够使用统计软件进行实际操作。 （2）学生应掌握多元回归模型的拟合优度检验、变量的显著性检验等，能够判断模型的可靠性和有效性。 （二）过程与方法目标 1.培养学生的问题分析能力 （1）通过案例学习，学生能够识别和分析实际问题中的多元线性关系，判断多元回归分析的适用性。 （2）学生能够利用多元回归分析解决实际问题，提出有针对性的建议和措施。 2.提高学生的实践能力 （1）学生能够运用统计软件收集、处理和分析多元回归数据，掌握多元回归分析的基本操作技能。 （2）学生能够撰写与多元回归分析相关的分析报告或研究报告，清晰呈现分析结果和结论。 3.培养学生的批判性思维 （1）学生能够理解多元回归分析中的局限性和假设条件，对回归结果进行合理的解释和评估。

	(2) 学生能够批判性地看待多元回归分析结果，避免盲目接受或过度解读。 (三) 情感态度与价值观目标 1. 激发学生对多元回归分析的兴趣：通过生动的案例和实践活动，让学生感受到多元回归分析在解决实际问题中的重要作用，激发其学习兴趣。 2. 培养学生的科学精神：在多元回归分析的学习过程中，强调严谨、科学的态度和方法，让学生认识到经济学研究需要基于事实和数据进行科学分析。 3. 培养学生的团队合作精神：通过小组讨论和合作完成任务等方式，培养学生的团队合作精神和协作能力，让他们在集体中共同学习和进步。
教学重点难点	教学重点： 了解多元回归模型中参数的含义、拟合优度和校正后的拟合优度两者之间的区别和计算及构造合适的t统计量和F统计量进行假设检验。 教学难点： 构造合适的t统计量和F统计量进行假设检验。
教学方式、方法和手段	(1) 讲授法 教师以深入浅出的方式，系统讲解多元线性回归模型检验的基本概念、原理和方法，引导学生理解其背后的逻辑与意义。同时，结合思政元素，强调数据分析在社会发展中的重要作用，培养学生的社会责任感。 (2) 案例分析法 选取具有思政价值的典型案例，深入剖析多元线性回归模型检验在实际问题中的应用，让学生不仅学会分析技能，更体会到数学方法的实用性和社会价值。 (3) 实践操作法 利用统计软件，指导学生亲手进行多元回归模型的估计和检验，让学生在实践中掌握技能，提升解决实际问题的能力。 (4) 小组讨论法 组织学生分组，围绕多元回归分析的热点问题和实际应用展开深入讨论，培养学生团队合作与沟通交流的能力，同时加深对知识点的理解和应用。

教学资源	教材： 叶阿忠.计量经济学（数字教材版）.出版地：中国人民大学出版社.2021年. 主要参考书目： 李子奈.计量经济学（第四版）.出版地：高等教育出版社，2015年. MOOC： 电子科技大学计量经济学国家精品课程 https://www.icourse163.org/course/UESTC-1001807007?from=searchPage&outVendor=zw_mooc_pcassjg_
教学过程设计	教学过程： 1.情境导入。由一名同学说她能区分这两种不同做法的调制出来的奶茶，引出问题，激发学生兴趣，导入新课。学生思考分析采用哪些方法可以推断导例中女同学说话的真实性，教师主导，学生自主探究，师生有效互动讨论，最后教师总结和揭示假设检验的基本思想，使学生对假设检验有一个初步认识。 2.探索新知。基于情境导入，详细介绍多元线性回归模型的统计检验的基本概念、原理和方法。 3.课程思政融入。通过分享市场有效假说，阐述真理与谬误的关系，科学真理与相对真理和绝对真理的关系，培养学生批判性思维和能力。 4.回顾反思，布置作业。回顾和总结本次课堂所学内容，并布置课后作业，巩固所学知识。 教学内容与设计： 1.情境导入 图1 课程导入

同学们，你们都喜欢喝奶茶吗？（同学们回答）。奶茶一般是由牛奶和茶混合而成的，调制时候可以先倒茶后倒牛奶，也可以先倒牛奶后倒茶，你们说这两种调制方法调制出的奶茶的味道有差别吗？（同学们回答：大多数是不能喝出差别的）。而有一名同学说她能区分这两种不同做法的调制出来的奶茶。从学生生活中的实例引出问题，激发学生学习的兴趣，使学生以情绪高昂和智力振奋的内心状态投入到本节课的学习当中去。

问题一：同学们，你能不能想出能够验证女同学说话的真实性的方法？

基于学生的生活经验和认知水平，可能会有很多方法，最常见的应该就是按不同的方法去调制奶茶，然后让该女同学品尝并说出答案，做出正确和错误的判断。在斟酌肯定学生的方法的同时，提出第二个问题。

问题二：要冲多少杯奶茶，这个女同学猜对的概率为多大时，能得出女同学能区分这两种不同做法的调制出来的奶茶的结论呢？

教师主导，学生自主、探究，使学生对假设检验的基本原理有一个初步认识。

2.探索新知

多元回归模型的检验是确保模型有效性和可靠性的重要环节，主要包括拟合优度检验、变量显著性检验和预测精度检验三个部分。以下是关于这三个检验要求的详细解释：

（1）拟合优度检验

拟合优度检验主要用于评估模型对观测数据的拟合程度。其中，最常用的指标是R方值（决定系数）。R方值的取值范围在0到1之间，越接近1说明模型的拟合效果越好。当R方值大于0.7时，通常认为模型的拟合效果较好。此外，还可以使用调整R方值来进一步评估模型的拟合优度，特别是在模型中自变量较多时，调整R方值可以更为准确地反映模型的拟合效果。

除了R方值，还可以使用残差分析来评估模型的拟合程度和误差分布。残差是实际观测值与模型预测值之间的差异，通过分析残差的性质，可以判断模型是否满足线性、正态性、独立性和同方差性等假设。如果残差不满足这些假设，那么模型的结果就可能不可靠。

（2）变量显著性检验

变量显著性检验旨在判断每个自变量对因变量是否有显著影响。这主要通过t检验来实现。t检验是通过对模型的回归系数进行检验来评估

自变量的影响是否显著。如果t统计量大于临界值，则可以认为该自变量对因变量具有显著影响；反之则不能。

此外，F检验也是另一种常用的显著性检验方法。它主要用于检验整个模型的显著性，即所有自变量作为一个整体是否对因变量有显著影响。F检验的基本思想是比较回归模型的回归平方和与残差平方和的比值是否显著大于1。如果F统计量大于临界值，则可以认为模型具有整体显著性。

(3) 预测精度检验

预测精度检验主要关注模型在预测新数据时的表现。这通常涉及对模型参数估计量的稳定性以及相对样本容量变化时的灵敏度进行检验。预测检验的具体方法包括利用扩大的样本重新估计模型参数，将新的估计值与原来的估计值进行比较，并检验二者之间差距的显著性。

此外，还可以使用交叉验证等方法来评估模型的预测精度。交叉验证通过将原始数据划分为训练集和测试集，然后在训练集上训练模型，在测试集上评估模型的预测性能。通过多次重复这个过程并计算平均预测误差，可以更为全面地评估模型的预测精度。

综上所述，多元回归模型的检验要求包括拟合优度检验、变量显著性检验和预测精度检验三个部分。这些检验方法共同确保了模型的有效性和可靠性，为后续的决策和预测提供了坚实的基础。



图2-图5 课堂参与式教学

3.课程思政融入

检验市场有效假说:假设 Y_t 是收益率, I_{t-1} 是历史信息。在金融学中, 一个经典的市场有效假说定义为

$$H_0: E(Y_t|I_{t-1}) = E(Y_t)$$

即历史信息对未来收益率没有预测能力,为了检验原假设 H_0 , 考虑以下线性自回归模型

$$Y_t = \alpha_0 + \sum_{j=1}^p \alpha_j Y_{t-j} + \varepsilon_t, \quad t = 1, 2, \dots, n$$
$$H_0^*: \alpha_1 = \dots = \alpha_p = 0$$

这里, H_0 是经济假说, H_0^* 是统计假设, 是 H_0 的必要条件, 但不是充分条件。如果数据拒绝统计假设 H_0^* , 则证“伪”, 即有效市场假说 H_0 是错误的。正如卡尔·波普尔(2008)指出, 个别的经验事实可以证伪一个普遍命题, 因为如果根据演绎推理得出的结论是错的, 其前提必错。但是, 如果统计假设 H_0^* 没有被拒绝, 则不能下结论说 H_0 和 H_0^* 是正确的(因为存在第二类错误), 只能说没有发现拒绝 H_0 和 H_0^* 的证据。

因此, 科学研究本质上是一个证“伪”的过程(参见卡尔·波普尔(2008)的科学哲学理论)。在这个过程中, 错误的理论假说不断地被推翻, 而新的理论假说不断被提出并接受验证, 如此循环往复, 不断推动了科学的发展。正如毛泽东(1937a)所指出的, “实践、认识、再实践、再认识, 这种形式, 循环往复以至无穷, 而实践和认识之每一循环的内容, 都比较地进到了高一级的程度。”

科学研究的证“伪”本质彰显了批判性思维的重要性。批判性思维(即质疑精神)是一种科学精神、创新精神, 真理不怕质疑, 而是能够经历并通过不断的检验。习近平(2016)指出, “哲学社会科学要有批判精神, 这是马克思主义最可贵的精神品质。”卡尔·波普尔认为, 科学理论是一个普遍命题, 不断通过有限的、个别的经验事实而被证实, 但这并不意味着科学理论是无条件地正确的。一种理论所提供的经验内容越丰富、越精确和越普遍, 它的证伪度就越大, 科学性就越高。任何没有被证“伪”的理论假说可视为相对真理(即在一定条件下成立), 随着实证研究的不断深化, 相对真理将不断趋向绝对真理。毛泽东(1937a)指出, “绝对真理指对无限发展着的客观世界的完全正确的认识。这种认识是通过整个人类无限发展的认识过程而不断接近的。相对真理指在一定条件下对有限的客观事物的相对正确的认识。相对真理和绝对真理

	是辩证统一的，绝对真理寓于相对真理之中，在相对真理中包含有绝对真理的成分，无数相对真理的总和就是绝对真理。绝对真理由发展中的相对真理的总和构成，并通过相对真理表现出来；相对真理都含有绝对真理的成分、颗粒。两者相互联结，相互转化。”在检验市场有效假说这个例子中，如果能够穷尽无数线性和非线性模型，而且都没有预测能力的话，我们才能接近市场有效性假说。 4.回顾反思，布置作业 （1）通过本节课的学习，你有什么收获、体会或困惑？请同学们将自己的收获与体会写下来，并在课后想办法解决你的困惑。 （2）总结本章的主要内容和重点难点，布置相关练习题和案例分析作业，以巩固学生对多元回归分析的理解和掌握程度。同时，鼓励学生自主探索多元回归分析在其他领域的应用，以拓展其视野和思维。
教学反思	（一）反思教学方法的选择和运用。 例如，在讲授法、案例分析法、实践操作法和小组讨论法的运用过程中，教师应思考这些方法是否有效地激发了学生的学习兴趣，是否有助于学生对知识的理解和掌握。同时，教师还应思考如何更好地将思政元素融入这些教学方法中，使学生在学数学知识的同时，也能受到思政教育的熏陶。 （二）反思教学过程的组织和实施 在导入新课、讲授新课、案例分析、实践操作、小组讨论和课堂小结等环节中，教师应思考这些环节是否紧凑有序，是否能够有效地引导学生逐步深入理解和掌握学习内容。同时，教师还应关注学生在各个环节中的表现和反应，思考如何根据学生的实际情况调整教学节奏和方式，以提高教学效果。 （三）反思教学评价的方式和效果 在过程评价、结果评价和反馈评价中，教师应思考这些评价方式是否能够全面、客观地反映学生的学习情况，是否能够有效地指导教师的教学改进。同时，教师还应关注学生的反馈意见，了解他们对教学的期望和建议，以便更好地满足学生的学习需求。

	（四）总结教学经验 在反思中，教师应总结教学经验，提炼教学亮点，同时针对教学中存在的问题和不足，提出具体的改进措施。例如，教师可以思考如何进一步优化教学方法和过程，如何更好地将思政元素融入数学教学，如何提升学生的学习兴趣和动手能力等。通过不断反思和改进，教师可以不断提高自己的教学水平，为学生的全面发展提供更好的教学支持。 综上所述，教学反思是教学中不可或缺的一环。通过深入反思教学方法、教学过程、教学评价等方面的问题和不足，教师可以不断总结教学经验，优化教学方式，提高教学效果，为培养学生的综合素养和社会责任感奠定坚实基础。
--	---