**博士生培养方案拟开设的数学课程简介**

**1、泛函分析理论及应用**

泛函分析是20世纪初从变分法、微分方程、积分方程、函数论、量子物理等研究中发展起来的数学分支学科，它综合函数论、几何和代数的观点与方法研究解决数学中提出的重要问题。泛函分析是数学系课程中的核心课程，是学生进入现代数学学习和研究的最重要专业基础课。

**2、随机微分方程**

《随机微分方程》是20世纪中叶发展起来的一门新兴的数学学科，系数为随机量的常微分方程和由随机过程驱动的微分系统，一般称为随机微分方程. 又因为前者可以直接地处理为随机参数的常微分方程，所以，通常的随机微分方程常常专门指后者.由于快速变化的噪声可以用Brown运动建模，也由于这方面的理论研究成果已经很充分，处理形式也相对地简单，并且在实际中也更多地出现，所以人们更关注于以Brown运动为驱动的随机微分方程，研究它的基本性质，利用它来建模.例如，在金融系统、数量经济、控制系统、统计物理、系统生物学中都常见到这样的模型.理论的发展与应用的需要就形成了以Ito积分为核心的Ito随机分析的学科.该学科在很多领域有广泛的应用背景，随着随机分析理论的迅速发展，随机微分方程理论被广泛应用于系统科学、工程科学和生态科学以及金融领域等各个方面。

最近几年，利用数学的随机概念来进行金融的定性和定量分析研究越来越普遍，特别是定量分析显得越来越重要，如利用鞅和随机积分来描述市场和计算期权价格。假设某人在时刻*t*=0赋予权利在将来某个时刻*t=T*以给定单位价格*K*去购买（出售）某种风险资产，这种权利就叫做欧式看涨（看跌）期权。那么这人能够承受的价格是多少？这就是所谓的欧式期权定价问题。用随机微分方程来解决期权定价问题是随机微分方程在金融中的一个成功应用。

通过该课程的学习，使学生掌握随机微分方程的基本理论﹑原理和基本方法，对实际应用有一些简单的了解，从而在各个学科中发挥作用。

**3、混沌动力学理论及应用**

非线性科学是一门研究非线性复杂现象共性的基础科学，被誉为20世纪继量子力学和相对论之后的“第三次科学革命”，也是近40年来的一个热门学科。它在自然科学与社会科学等领域中覆盖面之大、跨学科之广、综合性之强，发展前景及影响之深远都是空前的。混沌是非线性科学的中心研究内容。

该课程的目的是使学生掌握混沌建模方法，理解分岔与混沌的基本概念，熟悉分析分岔与混沌行为的基本工具，了解混沌建模、分岔与混沌控制及其工程应用前景。通过该课程的学习，使学生了解复杂系统研究中的新方向，向学生传授发现与把握新方向的能力。

**4、随机过程理论**

《随机过程》主要考虑随机因素的影响，定量研究现实世界和工程技术中随机现象的统计规律，是自然科学、工程科学、社会经济科学等各领域处理复杂随机现象的有力工具。随机过程起源于统计物理学领域，是对一连串随机事件间动态关系的定量描述。其理论严谨，应用广泛，发展迅速，并且在处理问题的思路和方法上有着独特的风格。布朗运动和热噪声是随机过程最早的例子。其应用包罗万象。气象预报、天文观测、原子物理、宇宙遥控、生物医学、管理科学、运筹决策、现代通信、自动控制、计算机科学、经济分析、金融工程,以及可靠性与质量控制等许多领域都离不开用随机过程的理论建立各种模型。因而随机过程是理工科专业研究生本科生重要的专业基础课。

该课程主要介绍现代应用随机过程的基本理论及一些典型的应用范例与技巧，内容包括预备知识、平稳过程与二阶矩过程、离散鞅论与应用、泊松过程、布郎运动、离散时间马尔可夫链、连续时间马尔可夫链等。

**5、数学模型与数值计算**

《数值计算与数学模型》是相关专业教学计划中与数学应用紧密接触的一门专业选修课，它建立在数值计算方法、计算机技术等课程知识的基础上，为解决具体实际问题打下坚实的基础。该课程是用数学工具解决实际问题的主要手段，是联系数学与实际问题的桥梁，在培养研究生认识问题、解决问题的能力过程中的作用越来越重要。本课程主要目的是以经典的数学模型为案例，从工程意义的角度解读数学的思想，方法，技术等在处理实际问题的应用，以期提高在应用科学研究领域中主动运用现代数学的手段，更深刻的研究和表达面对的问题和解决的途径。

**6、复杂网络导论**

现实世界错综复杂，如互联网、交通网络、电力网络、生物神经网络、企业合作网络等与实际世界息息相关。网络科学为研究现实世界中的多个体之间的复杂关系提供了有效工具，近些年受到诸多领域研究人员的重视并取得迅猛发展。本课程将涵盖复杂网络有关的基础知识，系统地讨论包括网络建模，网络动力学分析、网络优化与控制、网络上的博弈论等多个主题，同时介绍网络科学在各个领域最近进展。与此同时，它将为不同学科中与网络有关的课题提供可行的研究工具，同时给出可能的解决方案。通过该课程的学习，学生将了解网络科学中的基本概念，掌握网络建模的方法与技巧，并熟悉各个相关领域的前沿研究成果，为进一步学习网络科学及研究与网络有关的课题奠定基础。

**7、有限元法与应用**

《有限元方法》是广泛应用于解决应力分析、热传导、电磁学和流体力学等工程问题的数值方法。在许多的实际问题中，我们一般不能得到他的精确解，这要归于微分方程的复杂性以及难以确定的边界条件和初值条件。为了解决这个问题，我们常常需要借助数值方法来求近似解。数值解法的第一步都是离散化，也就是说要将待求解的对象细分成许多小的区域 （单元）和节点。数值解法常分为两大类:有限差分法和有限元法。有限差分法由于采用的是直交网格，因此较难适应区域形状的任意性，而且区分不出场函数在区域中轻重缓急之差异，此外它还有编制不出通用程序的困难。然而，有限元法可以用任意形状的网格分割区域，还可以根据场函数的需要疏密有致地的、自如地分布置节点，因而对区域的形状有较大的适应性。另外，有限元方法在实用上更大的优越性还在于，它能够与大容量的计算机相结合，可以编制通用的计算机程序。

 ANSYS是一个大型的通用有限元计算机程序，它不仅能够进行静态或动态问题的有限元分析，还能进行热传导、流体流动和电磁学等方面的有限元分析。为了更好地使用ANSYS 或其他的有限元计算机程序，有必要来学习和了解有限元方法的基本概念和理论。在许多高等院校理工科的许多专业已经把有限元方法作为大学生或研究生的必修课程。如何用比较少的教学课时数，使学生掌握有限元方法以及在计算机上实现的技巧和在各种领域中的应用，如何使学生获得恰当的有限元数学理论基础并能独立地开展有限元方法理论和实践的研究，是开设有限元方法这门课程的宗旨。

**8、空气动力学中的偏微分方程**

空气动力学是力学的一个分支，研究飞行器或其他物体在同空气或其他气体作相对运动情况下的受力特性、气体的流动规律和伴随发生的物理化学变化。它是在流体力学的基础上，随着航空工业和喷气推进技术的发展而成长起来的一个学科。本课程主要介绍空气动力学中的可压缩方程组---Euler方程组，利用Euler方程组介绍与之相关的双曲守恒律理论，并且以此为基础讨论空气动力学中的非线性现象---激波、疏散波及其接触间断波。

**9、非线性动力系统**

《非线性动力系统》由《非线性系统理论及应用》改进而成。至今为止，许多学科的理论框架属于线性体系。线性理论看上去形式优美，分析简单，但是，它的适用范围有限，它只是一般情况--非线性系统的一种近似。一般系统对于输入产生的复杂响应，线性理论无法给出令人满意的回答。许多现象难以用传统的线性理论的方法来归纳出其中的规律，根本原因就在于：世界是复杂的，许多系统本质上是非线性的。近三十年来，非线性科学在物理、天文、流体力学、化学、生物等科学领域以及机械、能源、控制、化工、生命、航空航天等工程部门取得了一批重要成果，本课程介绍这方面的数学思想和方法。

**10、小波与分形**

小波是在特定空间内按照称之为小波的基函数对数学表达式的展开与逼近。作为一种快速高效、高精度的近似方法，小波理论构成调和分析领域中傅利叶分析的重要发展。这一部分的内容从经典傅利叶分析与逼近的理论开始，将连续小波变换与傅利叶变换进行比较，介绍小波变换，离散小波变换，多分辨分析的理论，分解与重构算法，尺度函数与小波构造，并介绍小波的应用。

分形是由法国数学家B.B.Mandelbrot在20世纪70 年代创立的。"分形（fractal）"一词，也是由他提出，它来源于拉丁语"fractus"，含有"不规则"或"破碎"之意。与描述规则形状的欧几里德几何不同，分形几何研究一类非规则的几何对象，并为研究这些对象提供了思想、方法、技巧等。作为应用，它可以构造从植物到星系的物理结构的精确模型，而这是传统几何无法做到的。可以说，分形几何是一种"新"的几何语言，通过本课程的学习，为未来从事与非线性现象的研究及相关的信息处理工作打下理论基础。

**11、生物系统建模与分析**

生命科学是21世纪最重要的研究领域之一。近年来，生物实验海量数据的积聚为系统地研究生物系统的运动规律奠定了基础，由此也诞生了一门新兴的交叉学科—系统生物学。系统生物学研究的目标是对某一生物系统建立一个合适的模型，使其理论预测能够反映出生物系统的真实性。它是以系统的观点看待生物系统，把生物系统作为一个多尺度的动态的复杂系统，涉及到很多交叉学科的内容。该课程将介绍与系统生物学有关的基本知识，并详细地介绍几类典型的生物系统。通过该课程的学习，可以使学生了解系统生物学的基本概念，以及掌握相关的建模方法，有助于对生命科学有兴趣的学生了解系统生物学的新问题和新方法。

**12、高等数理统计**

理解数理统计的基本概念，熟悉抽样分布理论，掌握参数估计的理论与方法、统计假设检验的主要方法、统计决策理论与Bayes分析，以及统计计算方法，介绍现代统计所需的概率理论、分布理论与渐进理论，介绍现代统计的数据降维思想。介绍现代统计的各种估计理论，依次包括极大似然估计、准极大似然估计、矩估计与广义矩估计、贝叶斯估计。介绍现代统计的假设检验理论，依次包括假设检验的基本理论、参数模型检验、非参数模型检验。介绍区间估计的基本理论，方差分析，介绍回归分析的基本理论及回归分析的高级理论与应用（包括结构突变的检验、分块回归、多重共线性、广义最小二乘估计、异方差、工具变量估计等）。着力说明统计思想、统计在医药领域的应用及软件实现。

**13、系统方法与应用**

系统方法是把对象放在系统中进行考察的方法和理论。系统方法是管理的最基本的方法。管理者的任务是通过用系统的方法，考察管理对象在整个管理系统中的作用、影响以及与外部环境的联系，充分发挥整个系统的作用和新功能。作为管理专业的博士生，必须采用系统的方法来分析问题和解决问题，才能使研究结果和解决方案更具有科学性。

本课程第一讲在介绍学习本门课程的意义和要求的基础上，主要介绍系统的基本概念，并结合经济管理系统中的实例，重点阐述系统的结构与功能的关系，以及五大系统方法论；第二讲主要讲述系统分析的问题分析技术、目标分析技术、方案生成技术等，并结合典型案例阐述系统分析的主要内容和系统分析的价值；第三讲简要介绍系统设计的概念和思路；第四讲在回顾系统工程历史的基础上厘清系统工程的涵义，并结合我国经济社会发展的历程，阐述建设美丽中国的重大意义，通过两个典型案例阐述Hall三维模型及其应用；第五讲讲述数学建模的意义以及建立数学模型的必要条件，结合一些管理问题阐述数学建模的步骤和思路；第六讲简要介绍系统评价的思想、目的、任务、原则和步骤；第七讲在阐述系统决策的基本要求、基本分类的基础上，从管理环境、管理对象、管理理念、管理理论、管理实践等方面阐述管理面临的挑战与管理变革；第八讲在介绍CAS理论产生背景的基础上阐述CAS的基本概念、CAS理论的主要特点，通过刺激-反应模型说明个体怎样适应与学习，结合回声模型说明从个体到全局的建模方法，并以案例说明CAS理论在各个领域的应用。

本课程旨在让学生了解系统的定义、特点和系统结构；深刻领会系统思想在管理和生活中的应用；掌握系统分析的步骤；熟悉系统工程的基本概念和原则；知道数学建模的过程；能够使用系统理论和方法分析管理问题；知道CAS理论及其在经济系统中的应用；通过应用案例分析，培养学生整体性、创造性思维，使学生具备应用系统方法解决现实问题的能力。

**14、经济管理计量模型**

本课程从经济管理领域的实际问题出发，要求学生掌握线性单方程计量经济学理论与方法、线性联立方程计量经济学模型的识别、检验的理论与方法、计量经济学应用模型的理论模型和估计方法等。能够运用计量理论与方法，对实际经济管理问题进行模型构建与分析。