

北京大学数学科学学院 本科生教学手册

(2022 年版)

Catalog of Undergraduate Education

School of Mathematical Sciences
Peking University

北京大学数学科学学院修订 2022 年 7 月

北京大学教务部审定 2022 年 7 月

本册编辑 李若 冯荣权

目录

北京大学数学科学学院	1
一、学院简介	1
二、本科专业及专业方向	2
三、教学行政管理人员	3
数学与应用数学专业培养方案	4
一、专业简介	4
二、培养目标	4
三、培养要求	4
四、毕业要求及授予学位类型	5
五、课程设置	5
六、其他	8
统计学专业培养方案	12
一、专业简介	12
二、培养目标	12
三、培养要求	12
四、毕业要求及授予学位类型	12
五、课程设置	13
六、其他	17
信息与计算科学专业培养方案	21
一、专业简介	21
二、培养目标	21
三、培养要求	21
四、毕业要求及授予学位类型	21
五、课程设置	22
六、其他	26
数据科学与大数据技术专业培养方案	30
一、专业简介	30
二、培养目标	30
三、培养要求	30
四、毕业要求及授予学位类型	30
五、课程设置	31
六、其他	34
附录	37
全校公共必修课列表	
思想政治理论必修课列表	
港澳台学生和留学生选课规定	38
主要课程介绍	46

北京大学数学科学学院

一、学院简介

北大数学学科起源于 1904 年京师大学堂的算学门。1912 年京师大学堂改名为北京大学，理科中便含有数学门。1913 年秋北京大学数学门招收新生，标志着我国现代第一个大学数学系正式开始教学活动。1919 年秋，北大改“门”为“系”，蔡元培校长在厘定各系秩序时，“列数学系为第一系”。时至今日，数学科学学院在全校各院系中仍然位列第一。1952 年秋，全国高等学校进行院系调整，北大数学系、清华数学系和燕京大学数学系，组建了新的北京大学数学力学系。1985 年，概率统计专业独立成立概率统计系。1995 年，在数学系和概率统计系的基础上，成立北京大学数学科学学院，是国内第一个数学科学学院。

学院一直致力于并努力为全员提供一流的教学科研条件、强大的师资队伍、良好的学术氛围和优越的国际交流环境等，以自己独特的魅力和辉煌历史吸引全国最优秀的学生，这些优异的学生来源为学院保持一流的水平提供了最重要的保障。一百多年以来，北大数学学科为国家培养了近万名毕业生，其中一大批思想活跃、富有创新精神的优秀人才在各行各业已是中流砥柱。近年来，一批北大数学年轻校友做出了令人瞩目的成绩，他们多次亮相国际舞台，仅 2018 年，就有 8 位北大毕业生应邀在国际数学家大会上做报告，还涌现出许晨阳、恽之玮、张伟、袁新意等为代表的北大数学“黄金一代”。

优秀学生的选拔和培养始终是北大数学学科的工作重点。经过艰苦的探索和创新，北大数学学科已在人才的选拔和培养方面形成了一套行之有效的体制机制，通过举办暑期科学营、金秋营等活动发现和选拔一大批国内优秀学生，“数学英才班”更是吸引了有志于从事数学研究的高二学生提前进入北大学习。3+X 计划、荣誉课程、基础数学和应用拔尖人才培养计划、本科生科研等举措深受在校学生欢迎，在发现和培养优秀数学苗子、培养天才和保护天才、激发学生的学习研究兴趣等方面发挥了重要作用。2019 年北大数学学院牵头，联合全国 20 余所高校成立数学“双一流”建设联盟，为引领和推动我国数学学科建设改革创新，助力数学强国建设发挥积极作用。北大数学人愿同全国数学同行一道，凝聚力量、协同发展、改革创新、继往开来，充分调动大家的积极性，为培养一流数学人才做出更多贡献，为早日实现数学强国而努力奋斗。

学院下设四个系：数学系、概率统计系、信息与计算科学系和金融数学系。学院本科被教育部遴选为国家“理科基础科学研究和科学人才培养基地”、“数学学科拔尖人才培养基地”。被教育部批准的北京大学数学研究所，与数学科学学院紧密结合，形成院所结合的体制；学院还拥有“数学及其应用”教育部重点实验室、“统计与信息技术”教育部-微软重点实验室、数量经济与数量金融教育部重点实验室（北京大学）；教育部“高校数学研究与高等人才培养中心”也挂靠学院；2020 年初北京大学数学学院与 23 所中学签订了“北大数学后备人才培养基地”合作协议；还拥有北京大学统计科学中心、北京大学科学与工程计算中心、北京大学闵嗣鹤数论研究中心、Melbourne-Peking Virtual Research Hub for Mathematics and Statistics 等多个中心。学院学科门类齐全，教学与科研并重，理论与应用并举，携手北京国际数学研究中心，已成为具有重要国际影响的数学科学研究和人才培养基地。

北大数学学院拥有一支实力雄厚、学风严谨的师资队伍。学院现有教师 101 人，其中教授 59 人、副教授 27 人、讲师/助理教授 15 人。其中中科院院士 9 名、第三世界科学院院士 4 名、长江特聘教授和长江学者 15 名、国家杰出青年基金获得者 28 名、优秀青年科学基金获得者 11 名、千人计划 10 人、青年千人计划 17 人、中组部“青年拔尖人才”入选者 4 名。

学院拥有五个本科生专业：数学与应用数学、统计学、应用统计学、信息与计算科学以及数据科学与大数据技术。全院的教学工作由负责教学的副院长统一主抓，一流的教学管理人员为全员做好细致专业的教学保障工作。

学院是北京大学较早将计算机和互联网引入到教学和科研的院系。在 1994 年连入 Internet，并逐步建立起网络打印、E-mail、WWW、Ftp、Telnet、DNS、Proxy 等网络服务。

为了提高学生运用计算机技能和实际操作的能力，学院设有 4 个实验室：中心实验室、统计实验室、信息实验室和 2 个高性能机房。现有高性能集群 2 个，GPU 服务器 16 个，工作站 26 台，微机 220 余台。这些实验室主要供教师和研究生使用。

学院还设有专门的本科生机房（70 个机位）和研究生机房（20 个机位），为学生提供良好的上机服务。

数学学院图书馆是北大图书馆的一个分馆，藏书量丰富。数学学院还设有本科生阅览室。为本科生提供了充足的学习及课外用书。

种类	单位	数量
纸质文献总量	册/件	28965
中文纸质图书	册	4247
外文纸质图书	册	13699
中文纸质报刊合订本	册	419
外文纸质报刊合订本	册	7473
其他（硕士博士论文）	册	3057
纸质期刊数量*	份	70
电子期刊种类*	种	98
电子图书	种	2112
检索数据库	个	1
电子资源总量	册/份	2211
分馆资源总量	册/份/个	31176

二、本科专业及专业方向

专业代码	专业名称	英文名称	学制	授予学位
070101	数学与应用数学	Pure and Applied Mathematics	4 年	理学学士
071201	统计学	Statistics	4 年	理学学士
070102	信息与计算科学	Information and Computational Sciences	4 年	理学学士

080910T	数据科学与 大数据技术	Data Science and Big Data Technology	4 年	理学学士
071202	应用统计学	Applied Statistics	4 年	理学学士

三、教学行政管理人员

职务	姓名	办公室电话	电子邮件
院长	陈大岳	62755964	dayue@math.pku.edu.cn
主管教学副院长	李若	62767345	rli@math.pku.edu.cn
教务管理人员	张 婧	62763111	zhjing@math.pku.edu.cn
	左阿琼	62760109	zuoqiong@math.pku.edu.cn
	田园林	62751807	bj-math@math.pku.edu.cn

北京大学数学科学学院

数学与应用数学专业培养方案

一、专业简介

北京大学数学科学学院的数学与应用数学专业包含基础数学和金融数学两个方向。基础数学方向为宽口径培养综合性数学人才打基础。具体专业方向有：数论、代数、拓扑、微分几何、函数论、动力系统、微分方程、数学物理、应用数学等等。

1913 年北京大学数学门开始招收新生，标志着我国现代第一个大学数学系正式开始教学活动。1952 年秋，全国高等学校进行院系调整，北京大学数学系与清华大学数学系、燕京大学数学系经调整后，组建了新的北京大学数学力学系。1978 年数学力学系分为数学系和力学系。1995 年成立了北京大学数学科学学院，包含数学系与概率统计系。北京大学数学系课程设置门类齐全，教育理念先进，教学安排丰富灵活，十分重视学生数学基础知识和专业基础知识的学习，加强对他们创新能力的培养，吸引着全国最优秀的学生。

数学系现有教职工 56 人，其中教授 33 人，长聘副教授 2 人，副教授 14 人，助理教授 6 人，讲师 1 人。

北京大学数学科学学院金融数学系成立于 1997 年，1999 年第一批本科生毕业，至今已培养超过千名数学与应用数学专业的本科生。金融数学是应用数学在二十世纪后期出现的一个新的数学应用方向，我国金融体系的改革开放从本世纪初开始，本专业方向的培养强调扎实的数学基础训练、良好的应用建模能力和基本的金融专业知识，毕业生主要分布在国内外金融机构和应用数学研究领域，带给行业更多的科学和数学思维以及定量分析和解决问题的实践。金融数学专业方向是一个年轻且具有很大发展潜力的应用数学方向。

金融数学系现有教职工人数 8 名，教授 3 名，副教授 4 名，助理教授 1 名。

二、培养目标

基础数学方向培养目标：

本专业旨在培养初步具备在基础数学或应用数学某个方向从事当代学术前沿问题研究的德才兼备的人材。

金融数学方向培养目标：

本专业旨在培养具有扎实的数学和统计基础、良好的数据分析技能并掌握金融基本原理和知识的面向金融领域和应用数学研究的数学人才，目前分为金融数学和精算学两个主要培养方向。

三、培养要求

基础数学方向培养要求：

通过四年的学习，学生应扎实地掌握数学基础知识和专业基础知识，具有高阶数学素养，能继续攻读数学或其他相关专业的硕士、博士学位。

金融数学方向培养要求：

通过四年的学习，学生应具备数学基础知识和金融建模能力。学生三年级进入本专业后，在学习随机过程、数理统计和金融数学引论基础课的前提下，掌握证券投资、衍生产品和精算等金融数学的专业知识，有较高的数学素养和解决金融应用问题的基本能力。毕业后可以进入金融行业就业也可以继续攻读金融数学或其他相关专业的硕士、博士学位研究生。

四、毕业要求及授予学位类型

学生在学校规定的学习年限内，修完培养方案规定的内容，成绩合格，达到学校毕业要求的，准予毕业，学校颁发毕业证书；符合学士学位授予条件的，授予学士学位。

授予学位类型：理学学士学位

毕业总学分：138-144 学分

具体毕业要求包括：

1、公共基础课程：45-51 学分	1-1 公共必修课：33-39 学分
	1-2 通识教育课：12 学分
2、专业必修课程：49 学分	2-1 专业基础课：19 学分
	2-2 专业核心课：24 学分
	2-3 毕业论文（设计）：6 学分
	2-4 其他非课程必修要求：0 学分
3、选修课程：44 学分	3-1 专业选修课：21 学分
	3-2 自主选修课：23 学分

五、课程设置

1. 公共基础课程：45-51 学分

1-1 公共必修课：33-39 学分

详见附录

1-2 通识教育课程及学分要求

通识教育课程分为四个系列：I.人类文明及其传统、II.现代社会及其问题、III.艺术与人文、IV.数学、自然与技术，每个系列均包含通识教育核心课、通选课两部分课程，具体课程列表详见《北京大学本科生选课手册》。

通识教育课程修读总学分为 12 学分。具体要求包括：

(1) 至少修读 1 门“通识教育核心课程”（任一系列），且在四个课程系列中每个系列至少修读 2 学分（通识教育核心课或通选课均可）；

(2) 原则上不允许以专业课替代通识教育课程学分；

(3) 本院系开设的通识教育课程不计入学生毕业所需的通识教育课程学分；

(4) 建议合理分配修读时间，每学期修读 1 门课程。

2. 专业必修课程：49 学分

2-1 专业基础课：19 学分

课号	课程名称	学分	周学时	实践总学时	选课学期
00132301	数学分析 I	5	6		一上（一年级秋季学期）
00132302	数学分析 II	5	6		一下（一年级春季学期）
00132321	高等代数 I	5	6		一上（一年级秋季学期）
00132323	高等代数 II	4	5		一下（一年级春季学期）

2-2 专业核心课：24 学分

课号	课程名称	学分	周学时	实践总学时	选课学期
00132304	数学分析 III	4	5		二上（二年级秋季学期）
00132341	几何学	5	6		一上（一年级秋季学期）
00135450	抽象代数	3	3		二上（二年级秋季学期）
00132320	复变函数	3	3		二下（二年级春季学期）
00132340	常微分方程	3	3		二下（二年级春季学期）
00131300	概率论	3	3		二上或二下（二年级秋季或春季学期）
00130200/ 00131670	数学模型/应用数学导论	3	3		二下（二年级春季学期）

注：

1. 数学分析 I、II、III，高等代数 I、II，几何学，抽象代数，概率论，复变函数，常微分方程都同时开设常规班和实验班，均可作为毕业学分。但一种课程班型已修读及格后，不能再修读另一种班型。因课号、班型不同，计算学分、GPA 时，一种班型的及格成绩不能覆盖另一种班型的不及格成绩。

2. 几何学 I（实验班）（课号 00132381）可替代几何学（课号 00132341），代数学（实验班）I（课号 00137971）可替代抽象代数（课号 00135450）。

3. 可用应用数学导论（课号 00131670）替代数学模型（课号 00130200）。

2-3 毕业论文：6 学分

2-4 其他非课程必修要求：0 学分

3. 选修课程：44 学分

3-1 专业选修课：21 学分

基础数学（在下面 9 门中选 7 门）

课号	课程名称	学分	周学时	实践总学时	选课学期
00130161	拓扑学	3	3		三上（三年级秋季学期）
00132310	微分几何	3	3		三上（三年级秋季学期）
00132370	实变函数	3	3		三上（三年级秋季学期）
00130190	微分流形	3	3		三下（三年级春季学期）
00136870	群与表示	3	3		三下（三年级春季学期）
00132350	泛函分析	3	3		三下（三年级春季学期）
00136880	数论基础	3	3		四上（四年级秋季学期）
00132330	偏微分方程	3	3		四上（四年级秋季学期）
00136890	基础代数几何	3	3		四下（四年级春季学期）

注：

1. 几何学 II(实验班)（课号 00132382）可替代微分几何（课号 00132310），如同时修了几何学 I(实验班)（课号 00132381）和几何学 II(实验班)（课号 00132382）则不可再修几何学（课号 00132341）、微分几何（课号 00132310）和拓扑学（课号 00130161）。
2. 实变函数（实验班）（课号 00137970）可替代实变函数（课号 00132370）
3. 微分流形与拓扑(实验班)（课号 00137914）可替代微分流形（课号 00130190）。
4. 代数学（实验班）II(课号 00137972)可替代交换代数（课号 00110150）。

金融数学

3-1-1 专业必选：9 学分

课号	课程名称	学分	周学时	实践总学时	选课学期
00132830	金融数学引论	3	3		二上或三上（二年级或三年级秋季学期）
00135460	数理统计	3	3		二下或三上（二年级春季学期或三年级秋季学期）
00133090	应用随机过程	3	3		三上（三年级秋季学期）

注：数理统计、应用随机过程同时开设常规班和实验班，均可作为毕业学分，但一种课程班型已修读及格后，不能再修读另一种班型。因课号、班型不同，计算学分、GPA 时，一种班型的及格成绩不能覆盖另一种班型的不及格成绩。

3-1-2 专业限选：12 学分

课号	课程名称	学分	周学时	实践总学时	选课学期
00132370	实变函数	3	3		秋季
00134330	金融经济学	3	3		秋季
00136760	金融数据分析导论	3	3		秋季
00135810	寿险精算	3	3		春季
00131280	证券投资学	3	3		春季
00136730	衍生证券基础	3	3		春季
00131100	金融时间序列分析	3	3		秋季
00132350	泛函分析	3	3		春季
00133010	测度论	3	3		春季
00137110	应用随机分析	3	3		单数年春季
00102892	统计学习	3	3		秋季
00102516	统计模型与计算方法	3	3		秋季
00103335	深度学习与强化学习	3	3		秋季

3-2 自主选修课：23 学分

3-2-1 学部课程：12 学分（非数学学院课程要求是该院系的专业必修、专业限选或专业任选，不能是通选和公选。）

基础数学

理学部课程包括数学学院任选课程 12 学分。

金融数学

为理学部、光华管理学院和经济学院的课程 12 学分。

3-2-2 理学部的非数学学院课程 8 学分，其中要求物理类课程 4 学分。

8 学分全部选普物 I、II 也行，也可以选其他物理课，非物理类课程 4 学分要求是该院系的专业必修、专业限选或专业任选，不能是通选和公选（大学化学和普通生物学除外，普通生物学 A、B、C 只能选其一修）。

3-2-3 在全校课程中选择其余 3 学分。

全校任何课程均可，包括通选和公选。

六、其他

1、保送研究生要求

基础数学

(1) 数学学院必修课程（所缺课程按照 0 分计算）：

数学分析 I(5)、数学分析 II(5)、数学分析 III(4)、高等代数 I(5)、高等代数 II(4)、几何学(5)、概

率论(3)、抽象代数(3)、复变函数(3)、常微分方程(3)、数学模型(3)

(2) 数学系专业基础课程(下面9门课程中选出得分最高的4门。如果在下面所列课程选修未达到4门,所缺课程按照0分计算):

数论基础(3)、群与表示(3)、基础代数几何(3)、拓扑学(3)、微分几何(3)、微分流形(3)、实变函数(3)、泛函分析(3)、偏微分方程(3)

以上两部分按括号里的学分权重计算出加权平均值,作为数学系认定的“专业平均成绩”,从高到低排名;如果总成绩相同,则以1部分成绩再做加权平均成绩排定。若仍有多位同学分数完全相同,则由数学系主任召集数学系教师组成委员会(至少三人)投票决定排序,投票结果由委员会签字为准。此排名作为基础数学方向对外承认的唯一正式排名。

(3) 春季已经通过本院基础数学方向研究生面试预录取且同意留校读博的学生,在符合学院的报名要求条件下,且通过学院报名合格性筛选后先获得保研资格。其余保研资格名额按3中“专业平均成绩”高低排列依次获得。

注1: 数学模型可用应用数学导论代替。

注2: 对于有数学学院的实验班课程,该课程计算成绩时将按原始成绩乘以1.05计(不超过100分)。所有等价课程中,按在时间上首次及格的分数计算,后来分数不算入。

注3: 数学学院为院内开的课程不能由同名的为外院系开的课程或双学位课程代替。非北大的课程(如台湾、香港、澳门、国外等)需要由数学学院根据具体课程情况认定是否可以等价;如果认定等价,不同分数体系(如ABCD制、五分制、四分制等)的转化算法由数学学院确定。

注4: 数学系对本文本具有最终解释权。如果学校和数学学院当年政策有变化,或大环境有变化(如有线上P/F课程)等,则数学系有权做出与之相应的政策调整。

金融数学

(1) 成绩排名计算包含的课程如下:

(a) 数学学院必修课程(未修课程成绩按照0分计算):

数学分析 I(5)、数学分析 II(5)、数学分析 III(4)、高等代数 I(5)、高等代数 II(4)、几何学(5)、抽象代数(3)、概率论(3)、复变函数(3)、常微分方程(3)、数学模型(3)

(b) 3门必修课程(所缺课程成绩按照0分计算)

金融数学引论(3)、数理统计(3)、应用随机过程(3)

(c) 以下7门限选课程中选出得分最高的3门(如果在下面所列课程选修未达到3门,所缺课程成绩按照0分计算):

寿险精算(3)、证券投资学(3)、衍生证券基础(3)、金融经济学(3)、金融数据分析导论(3)、实变函数(3)、金融时间序列分析(3)

(2) 成绩排名计算方法如下:

保研成绩排名按照“专业平均成绩”进行排名,“专业平均成绩”为“基础课平均成绩”与“专业课平均成绩”的等权平均。

“基础课平均成绩”为（a）中数学学院必修课程的成绩按照学分加权计算的平均成绩。

“专业课平均成绩”为（b）和（c）中课程的成绩按照学分加权计算的平均成绩。

（3）“专业平均成绩”的使用

金融数学系本科生的“专业平均成绩”排名是金融数学方向学生获得免试推荐研究生资格的主要考核因素，是金融数学系对外承认的唯一正式排名。根据以上规则计算的“专业平均成绩”（即“保研成绩”）进行排名，再根据数学学院所分配的名额确定推免资格的最低成绩线。

注 1：数学模型可用应用数学导论代替。

注 2：对于有数学学院的实验班课程，该课程计算成绩时将按原始成绩乘以 1.05 计(不超过 100 分)。数学学院的实验班课程与数学学院的同名常规课程等价。所有等价课程中，按在时间上首次及格的分数计算，后来分数不算入。

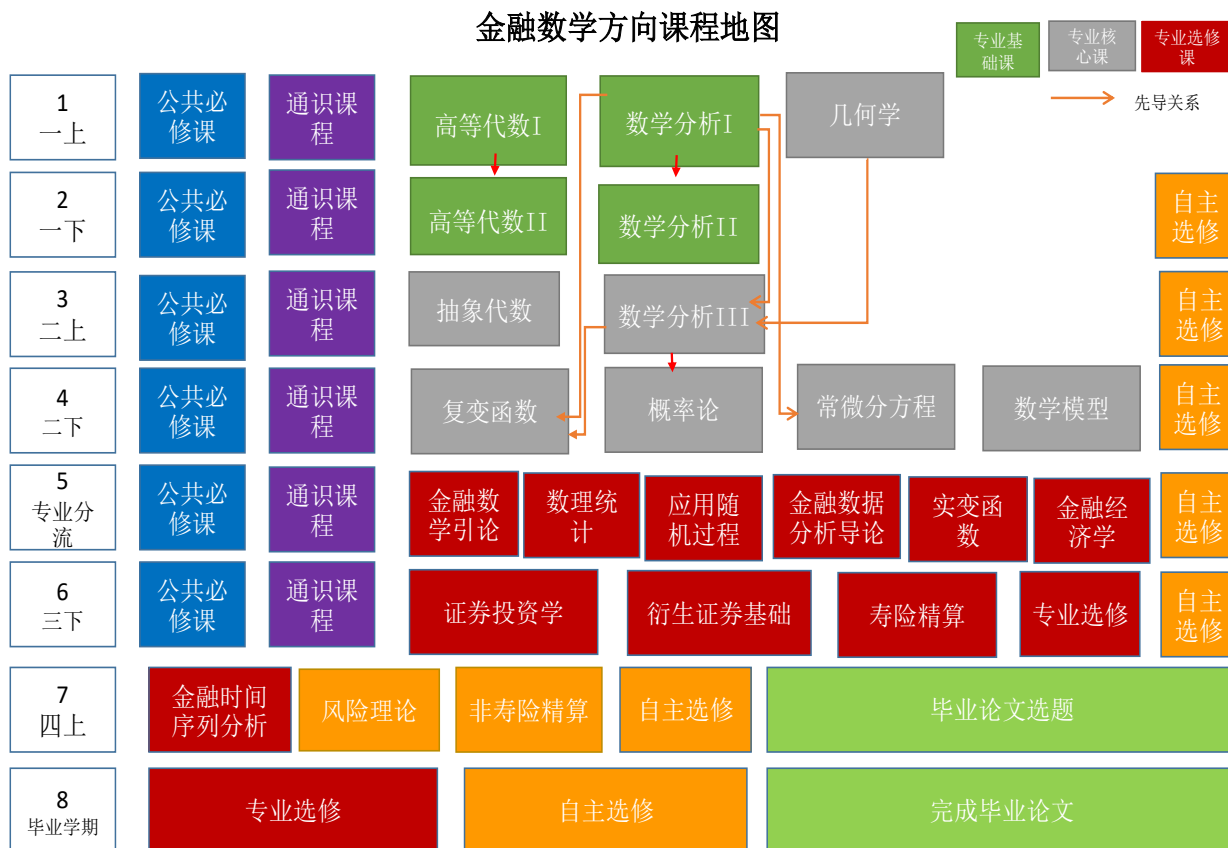
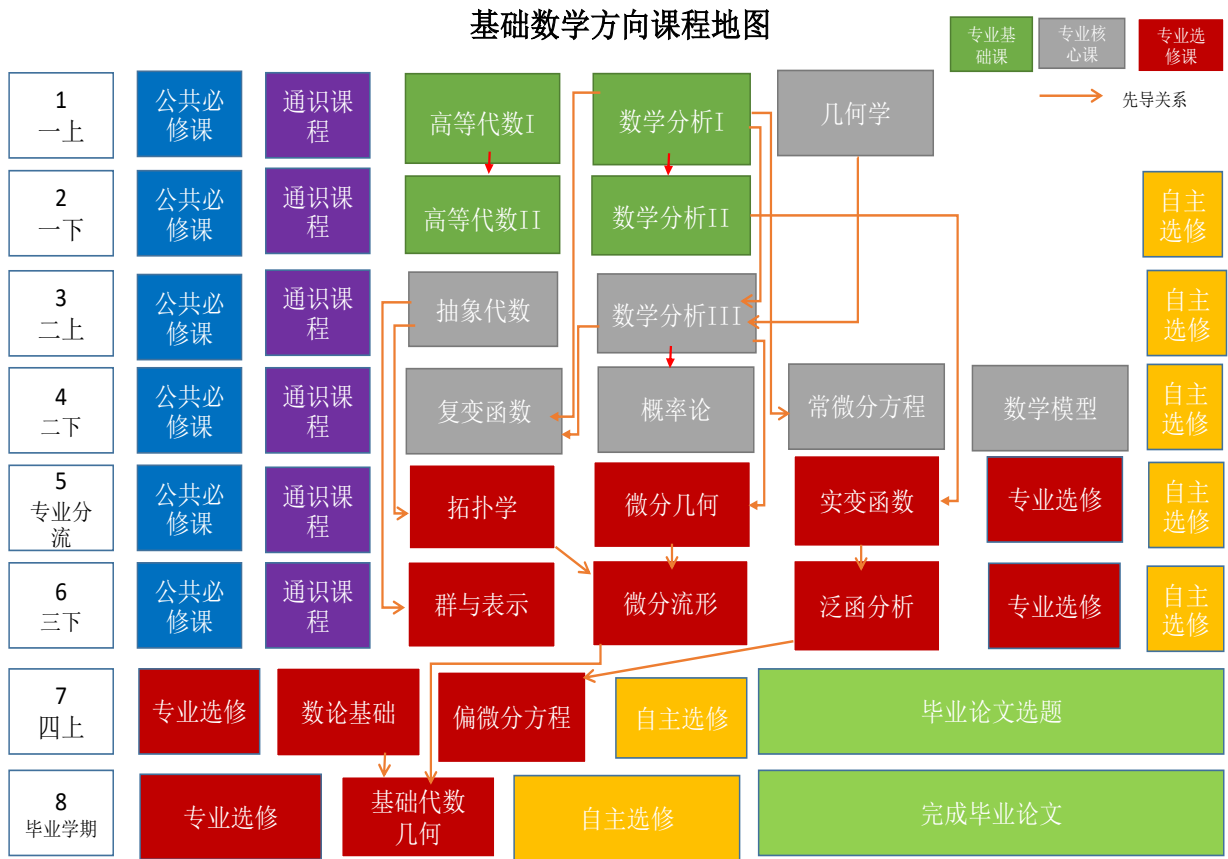
注 3：数学学院为院内开的课程不能由同名的为外院系开设的课程或双学位课程代替。非北大的课程（如台湾、香港、澳门、国外等）需要由数学学院根据具体课程情况认定是否可以等价；如果认定等价，不同分数体系（如 ABCD 制、五分制、四分制等）的转化算法由数学学院确定。

注 4：金融数学系对本文本具有最终解释权。如果学校和数学学院当年政策有变化，或其他环境变化（如有线上 P/F 课程）等造成的课程考核变化，相应的“专业平均成绩”计算，金融数学系有权做出与之相应的政策调整。书面调整方案需由金融数学系主任签字为准。

注 5：若由“专业平均成绩”排名有多位同学分数完全相同，则按“专业课平均成绩”，即（b）和（c）的课程成绩按照学分加权计算的平均成绩，排名决定；若仍有多位同学分数完全相同，则由金融数学系主任召集金融数学系教师组成委员会（至少三人）投票决定排序，投票结果由三人委员会签字为准。

2、上述专业选修 3-1 和学部限选 3-2-1 课程，原则上均以所列课号和课程名称为准。如学生在其他院系选修同名或相似课程原则上不能计入上述两类课程毕业学分。

七、数学与应用数学专业课程地图（此图仅供参考，最终解释权归院系）



北京大学数学科学学院

统计学专业培养方案

一、专业简介

北京大学是我国最早开展概率统计教学科研的单位。1940年许宝騄先生从英国获统计学博士学位回国任教，首次在我国大学数学系开设数理统计课程，1956年，根据我国第一个科学发展规划，北京大学设立概率统计教研室，许宝騄先生为首任主任。是年秋天，组成国内第一个概率统计培训班，到“文革”前连续开设了八届概率统计的专门化班，为新中国概率统计事业培养了骨干力量。1972年著名概率统计专家江泽培教授继任教研室主任。1985年北京大学成立了概率统计系。1991年成立了北京大学数理统计研究所，实行系所结合体制。陈家鼎教授任主任兼所长，江泽培教授任学术委员会主任。1995年，概率统计系与数学系合并组成数学科学学院，耿直教授任系主任，谢衷洁教授任数理统计研究所所长。1997年，以概率统计系部分青年教师为骨干力量，数学科学学院组建了金融数学系。为吸引统计人才、加强学科建设，在原北京大学数理统计研究所基础上，2010年7月北京大学统计科学中心宣告成立，陈松蹊教授和耿直教授任联席主任。统计科学中心为跨学院的交叉学科研究机构，其目标是协调全校统计研究的力量，促进统计学与其他学科的交叉与融合，建设世界一流的统计研究机构。

概论统计系下设概率论教研室和统计学教研室，现有专职教师23人，其中教授12人，长聘副教授3人，副教授2人，助理教授5人，讲师1人。

二、培养目标

本专业旨在培养既能够从事统计学相关的理论研究、又能够从事数据分析和人工智能等方面的实际应用工作的德才兼备的综合性人才。

在专业基础、统计思想，应用技能和现代技术等方面加强学生的培养和训练，鼓励学生在理工农医文等各个学科选修课程，着力培养专业基础扎实，动手能力强，具有科学创新素养、文明自信品格和国际专业视野的优秀统计人才。

三、培养要求

通过四年的学习，学生应掌握扎实的数学理论基础和统计知识，掌握统计应用技能和技术，动手能力强；培养跨学科研究或者应用思维，具有良好的科学创新素养；英语水平达到国家四级，具有良好的表达能力，具备独立学习的能力、初步的研究能力以及较强的适应不同社会职业需要的能力。

四、毕业要求及授予学位类型

学生在学校规定的学习年限内，修完培养方案规定的内容，成绩合格，达到学校毕业要求的，准予毕业，学校颁发毕业证书；符合学士学位授予条件的，授予学士学位。

授予学位类型：理学学士学位

毕业总学分：138-144 学分

具体毕业要求包括：

1、公共基础课程：45-51 学分	1-1 公共必修课：33-39 学分
	1-2 通识教育课：12 学分
2、专业必修课程：49 学分	2-1 专业基础课：19 学分
	2-2 专业核心课：24 学分
	2-3 毕业论文（设计）：6 学分
	2-4 其他非课程必修要求：0 学分
3、选修课程：44 学分	3-1 专业选修课：21 学分
	3-2 自主选修课：23 学分

五、课程设置

1、公共基础课程：45-51 学分

1-1 公共必修课：33-39 学分

详见附录

1-2 通识教育课程及学分要求

通识教育课程分为四个系列：I. 人类文明及其传统、II. 现代社会及其问题、III. 艺术与人文、IV. 数学、自然与技术，每个系列均包含通识教育核心课、通选课两部分课程，具体课程列表详见《北京大学本科生选课手册》。

通识教育课程修读总学分为 12 学分。具体要求包括：

(1) 至少修读 1 门“通识教育核心课程”（任一系列），且在四个课程系列中每个系列至少修读 2 学分（通识教育核心课或通选课均可）；

(2) 原则上不允许以专业课替代通识教育课程学分；

(3) 本院系开设的通识教育课程不计入学生毕业所需的通识教育课程学分；

(4) 建议合理分配修读时间，每学期修读 1 门课程。

2. 专业必修课程：49 学分

2-1 专业基础课：19 学分

课号	课程名称	学分	周学时	实践总学时	选课学期
00132301	数学分析 I	5	6		一上（一年级秋季学期）
00132302	数学分析 II	5	6		一下（一年级春季学期）

00132321	高等代数 I	5	6		一上（一年级秋季学期）
00132323	高等代数 II	4	5		一下（一年级春季学期）

2-2 专业核心课：24 学分

课号	课程名称	学分	周学时	实践总学时	选课学期
00132304	数学分析 III	4	5		二上（二年级秋季学期）
00132341	几何学	5	6		一上（一年级秋季学期）
00135450	抽象代数	3	3		二上（二年级秋季学期）
00132320	复变函数	3	3		二下（二年级春季学期）
00132340	常微分方程	3	3		二下（二年级春季学期）
00131300	概率论	3	3		二上或二下（二年级秋季或春季学期）
00130200/ 00137960	数学模型/统计思维	3	3		二下（二年级春季学期）

注：

1. 数学分析 I、II、III，高等代数 I、II，几何学，抽象代数，概率论，复变函数，常微分方程都同时开设常规班和实验班，均可作为毕业学分。但一种课程班型已修读及格后，不能再修读另一种班型。因课号、班型不同，计算学分、GPA 时，一种班型的及格成绩不能覆盖另一种班型的不及格成绩。
2. 几何学 I（实验班）（课号 00132381）可替代几何学（课号 00132341），代数学（实验班）I（课号 00137971）可替代抽象代数（课号 00135450）。
3. 可用统计思维（课号 00137960）替代数学模型（课号 00130200）。

2-3 毕业论文：6 学分

2-4 其他非课程必修要求：0 学分

3. 选修课程：44 学分

3-1 专业选修课：21 学分

3-1-1 专业必选：6 学分

概率方向（可授予数学与应用数学专业学位）

课号	课程名称	学分	周学时	实践总学时	选课学期
00135460	数理统计	3	3		二下或三上（二年级春季学期或三年级秋季学期）

00137990	应用随机过程 (实验班)	3	3		三上(三年级秋季学 期)
----------	-----------------	---	---	--	-----------------

注:数理统计同时开设常规班和实验班,均可作为毕业学分,但一种课程班型已修读及格后,不能再修读另一种班型。因课号、班型不同,计算学分、GPA时,一种班型的及格成绩不能覆盖另一种班型的不及格成绩。

统计学方向

课号	课程名称	学分	周学时	实践总 学时	选课学期
00135460	数理统计	3	3		二下或三上(二年级春 季学期或三年级秋季学 期)
00133090	应用随机过程	3	3		三上(三年级秋季学 期)

生物统计方向(可授予应用统计学专业学位)

课号	课程名称	学分	周学时	实践总 学时	选课学期
00135460	数理统计	3	3		二下或三上(二年级春 季学期或三年级秋季学 期)
00133110	应用回归分析	3	3		三下(三年级春季学 期)

注:数理统计、应用随机过程开设常规班和实验班,规定同前。

3-1-2 专业限选: 15 学分

概率方向

课号	课程名称	学分	周学时	实践总 学时	选课学期
00132370	实变函数	3	3		秋季
00133110	应用回归分析	3	3		春季
00133010	测度论	3	3		春季
00132330	偏微分方程	3	3		秋季
00132350	泛函分析	3	3		春季
00137110	应用随机分析	3	3		单数年春季
00132310	微分几何	3	3		秋季

00130161	拓扑学	3	3		秋季
00133050	应用多元统计分析	3	3		秋季
00137290	高维概率论	3	3		秋季

统计学方向

课号	课程名称	学分	周学时	实践总学时	选课学期
00132370	实变函数	3	3		秋季
00133110	应用回归分析	3	3		春季
00133010	测度论	3	3		春季
00133050	应用多元统计分析	3	3		秋季
00135220	非参数统计	3	3		春季
00102892	统计学习	3	3		秋季
00100877	贝叶斯理论与算法	3	3		春季
00102516	统计模型和计算方法	3	3		秋季
00110710	试验设计	3	3		春季
00133020	抽样调查	3	3		春季
00137290	高维概率论	3	3		秋季
00137110	应用随机分析	3	3		春季
00136660	凸优化	3	3		秋季
00103335	深度学习与强化学习	3	3		秋季

生物统计方向

课号	课程名称	学分	周学时	实践总学时	选课学期
00132370	实变函数	3	3		秋季
00133010	测度论	3	3		春季
00133090	应用随机过程	3	3		秋季
00133050	应用多元统计分析	3	3		秋季
00135220	非参数统计	3	3		春季
00102892	统计学习	3	3		秋季
00100877	贝叶斯理论与算法	3	3		春季

00102516	统计模型和计算方法	3	3		秋季
00133070/ 00131100	应用时间序列分析 /金融时间序列分析	3	3		秋季
00102893	生物统计	3	3		春季
00103256	生存分析	3	3		秋季
00136180	生物信息中的数学模型与方法	3	3		秋季

3-2 自主选修课：23 学分

3-2-1 理学部课程：12 学分

可以选自理学部中的任何院系，包括数学学院。要求是该院系的专业必修、专业限选或专业任选，不能是通选和公选。

除上述专业限选课外，以下课程可以作为自主选修课程参考：

课号	课程名称	学分	周学时	实践总学时	选课学期
00130550	数值代数	3	3		秋季
00130560	数值分析	3	3		春季
00130630	最优化方法	3	3		春季
00136720	大数据分析中的算法	3	3		春季
04630790	数据科学导引	3	3		秋季
00112630	高等概率论	3	3		秋季
00112640	高等统计学	3	3		秋季
00112650	随机过程论	3	3		春季
00101756	现代统计模型	3	3		春季

3-2-2 理学部的非数学学院课程 8 学分，其中要求物理类课程 4 学分。

8 学分全部选普物 I、II 也行，也可以选其他物理课，非物理类课程 4 学分要求是该院系的专业必修、专业限选或专业任选，不能是通选和公选（大学化学和普通生物学除外，普通生物学 A、B、C 只能选其一修）。

3-2-3 在全校课程中选择其余 3 学分。

全校任何课程均可，包括通选和公选。

六、其他

1、保送研究生要求

(1) 学生应满足学校当年的基本要求，包括但不限于（当年学校政策可能有变化）：每门学校要求的必修课和数学学院要求的必修课必须通过。如果某门课第一次修时没达到及格

(包括分数不及格、缓考、期中退课、中途休学、出国、等等情况),在保研资格确定时已经重修达到及格了,按惯例算为通过。重修及格的课按此及格分数算。

(2) 概率方向保研排名方式:

(a) 数学学院必修课程(所缺课程按照0分计算):

数学分析 I(5)、数学分析 II(5)、数学分析 III(4)、高等代数 I(5)、高等代数 II(4)、几何学(5)、抽象代数(3)、复变函数(3)、常微分方程(3)、数学模型/统计思维(3)

(b) 概率方向3门必修课程(所缺课程按照0分计算):

概率论(3)、数理统计(3)、应用随机过程(实验班)(3)

(c) 概率方向9门限选课程中选出得分最高的3门(如果在下面所列课程选修未达到3门,所缺课程按照0分计算):

实变函数(3)、测度论(3)、应用回归分析(3)、应用多元统计分析(3)、应用随机分析(3)、拓扑学(3)、偏微分方程(3)、泛函分析(3)、微分几何(3)。

(a)中课程按照括号里的学分权重计算出加权平均分一,(b)和(c)中的课程按照括号中的学分权重计算出加权平均分二,平均分一和平均分二的平均作为概率方向认定的“专业平均成绩”,从高到低排名。此排名作为概率方向对外承认的唯一正式排名。

(3) 统计学方向保研排名方式:

a)数学学院必修课程(所缺课程按照0分计算):

数学分析 I(5)、数学分析 II(5)、数学分析 III(4)、
高等代数 I(5)、高等代数 II(4)、几何学(5)、抽象代数(3)、
复变函数(3)、常微分方程(3)、数学模型/统计思维(3)

b)统计学方向3门必修课程(所缺课程按照0分计算):

概率论(3)、数理统计(3)、应用随机过程(3)

c)统计学专业14门限选课程中选出得分最高的3门(如果在下面所列课程选修未达到3门,所缺课程按照0分计算):

实变函数(3)、测度论(3)、应用回归分析(3)、应用多元统计分析(3)、非参数统计(3)、统计学习(3)、贝叶斯理论与算法(3)、统计模型和计算方法(3)、试验设计(3)、抽样调查(3)、高维概率论(3)、应用随机分析(3)、凸优化(3)、深度学习与强化学习(3)

a)中课程按照括号里的学分权重计算出加权平均分一, b)和c)中的课程按照括号中的学分权重计算出加权平均分二,平均分一和平均分二的平均作为统计方向认定的“专业平均成绩”,从高到低排名。此排名作为统计方向对外承认的唯一正式排名。

注1: 数学模型可用统计思维代替。

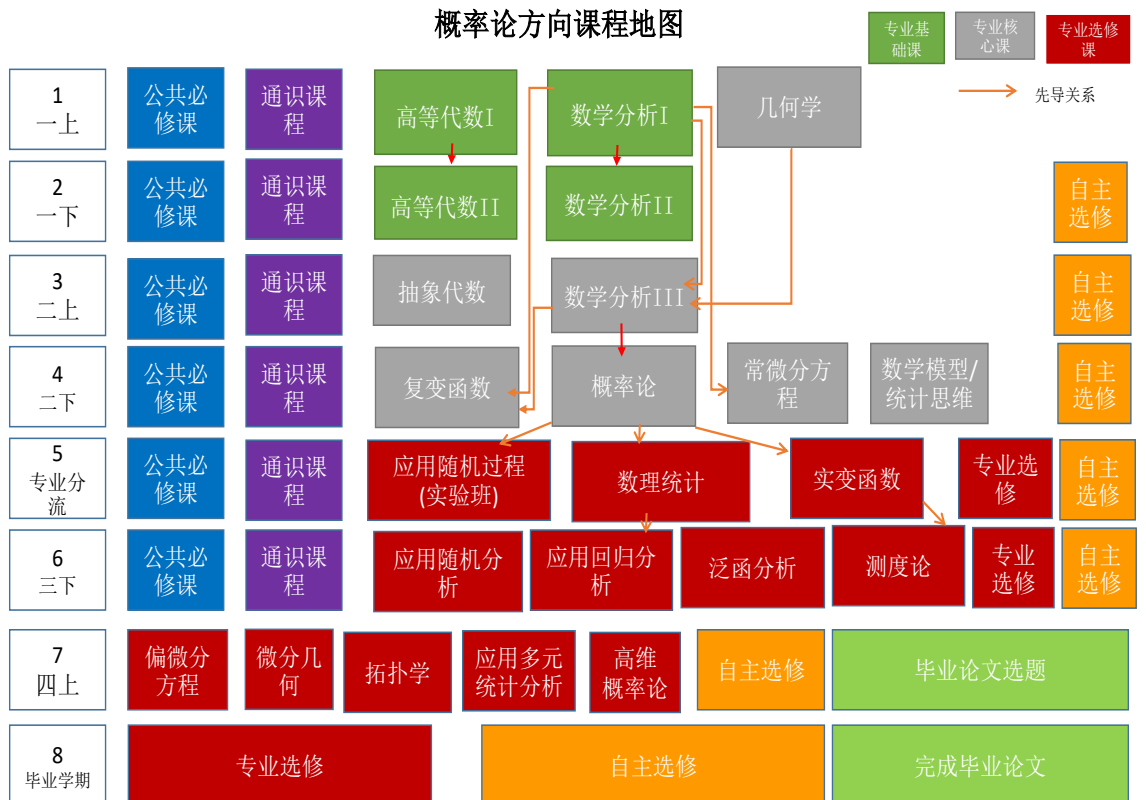
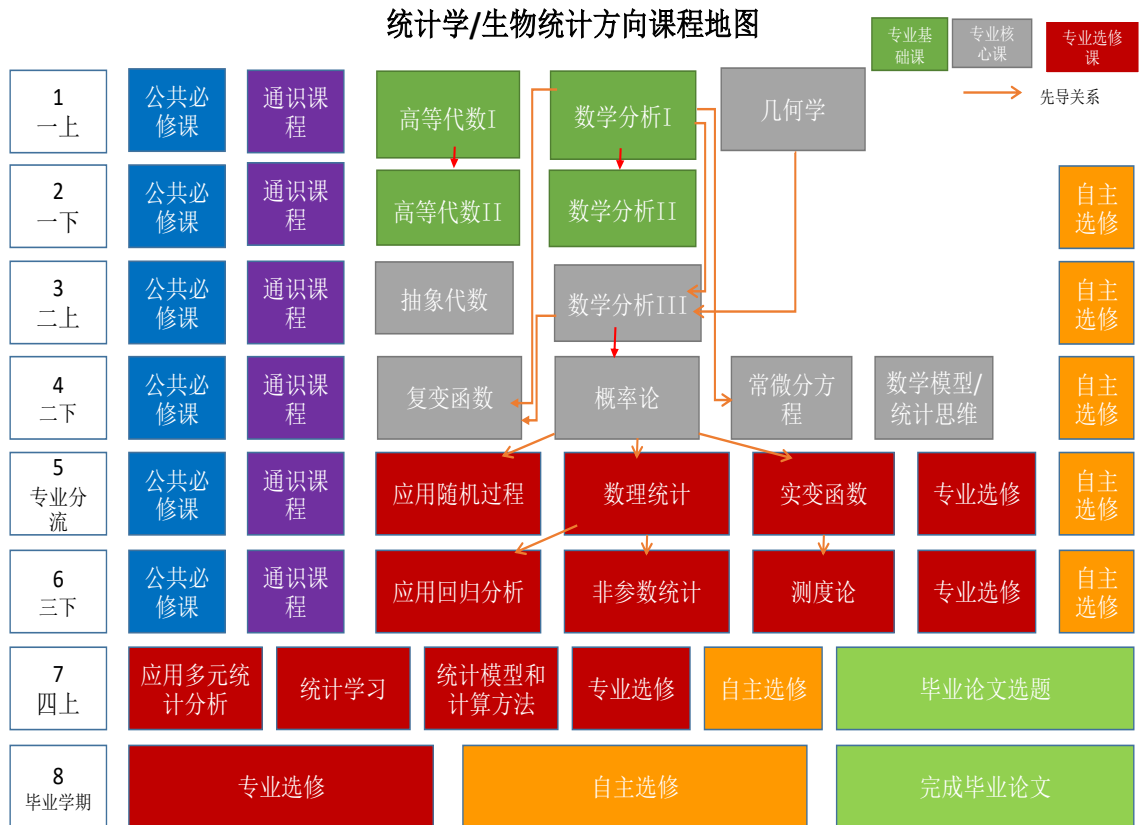
注2: 对于有数学学院的实验班课程,数学学院的实验班课程与数学学院的同名常规课程等价。所有等价课程中,按在时间上首次及格的分数计算,后来分数不算入。

注 3：数学学院为院内开的课程不能由同名的为外院系开的课程或双学位课程代替。非北大的课程（如台湾、香港、澳门、国外等）需要由数学学院根据具体课程情况认定是否可以等价；如果认定等价，不同分数体系（如 ABCD 制、五分制、四分制等）的转化算法由数学学院确定。

注 4：概率统计系对本文本具有最终解释权。如果学校和数学学院当年政策有变化，或大环境有变化（如有线上 P/F 课程）等，则概率统计系有权做出与之相应的政策调整。

2、上述专业选修 3-1 和学部限选 3-2-1 课程，原则上均以所列课号和课程名称为准。如学生在其他院系选修同名或相似课程原则上不能计入上述两类课程毕业学分。

七、统计学专业课程地图（此图仅供参考，最终解释权归院系）



北京大学数学科学学院

信息与计算科学专业培养方案

一、专业简介

计算数学方向：

计算数学是伴随着计算机的出现而迅猛发展起来的数学学科，涉及计算物理、计算化学、计算力学、计算材料学、计算生物学、环境科学、地球科学、金融保险等众多交叉学科。它运用现代数学理论与方法解决各类科学与工程问题；分析和提高计算的可靠性、有效性和精确性；研究各类数值软件的开发技术。

信息科学方向：

信息科学是近年快速发展的新学科。它运用近代数学方法和计算机技术解决信息科学领域中的问题，应用十分广泛。本系目前专业方向包括信息安全、网络空间安全、信号与信息处理、模式识别、图像处理、人工智能、软件开发方法和理论计算机科学等研究方向。

信息与计算科学系下设信息教研室和计算数学教研室，现有专职教师 22 人，其中教授 13 人，副教授 4 人，助理教授 3 人，讲师 2 人。

二、培养目标

计算数学方向

本专业旨在培养具有广泛适应性的人才。既可在科研机构、高等学校从事科研和教学工作；也可到计算机、航天、无线电、遥感、建筑设计、国防、财贸金融、管理、冶金、化工、石油、机器制造等部门和高新技术企业及公司工作。

信息科学方向

本方向毕业生有广泛的适应性,可继续攻读信号处理，图像处理、人工智能、软件开发方法和理论计算机科学等研究方向的研究生，也可直接进入研究部门及公司企业从事计算机、信息处理方面的实际工作。

三、培养要求

计算数学方向

通过四年的学习，学生应扎实地掌握专业知识，具备较强的学习能力和科研能力。主要课程包括数值代数、数值分析、最优化方法、应用数学导论、偏微分方程数值解、大数据分析中的算法、凸优化、随机模拟方法、计算系统生物学、流体力学引论、数学物理中的反问题、图像处理中的数学方法、并行与分布式计算基础等专业必修与选修课程。

信息科学方向

本方向开设信息处理、计算机软件与理论方面的专业课程。通过四年学习，学生应掌握从事信息科学需要具备的信息理论和计算机科学基础。

四、毕业要求及授予学位类型

学生在学校规定的学习年限内，修完培养方案规定的内容，成绩合格，达到学校毕业要求

的，准予毕业，学校颁发毕业证书；符合学士学位授予条件的，授予学士学位。

授予学位类型：理学学士学位

毕业总学分：138-144 学分

具体毕业要求包括：

1、公共基础课程：45-51 学分	1-1 公共必修课：33-39 学分
	1-2 通识教育课：12 学分
2、专业必修课程：49 学分	2-1 专业基础课：19 学分
	2-2 专业核心课：24 学分
	2-3 毕业论文（设计）：6 学分
	2-4 其他非课程必修要求：0 学分
3、选修课程：44 学分	3-1 专业选修课：21 学分
	3-2 自主选修课：23 学分

五、课程设置

1、公共基础课程：45-51 学分

1-1 公共必修课：33-39 学分

详见附录

1-2 通识教育课程及学分要求

通识教育课程分为四个系列：I. 人类文明及其传统、II. 现代社会及其问题、III. 艺术与人文、IV. 数学、自然与技术，每个系列均包含通识教育核心课、通选课两部分课程，具体课程列表详见《北京大学本科生选课手册》。

通识教育课程修读总学分为 12 学分。具体要求包括：

(1) 至少修读 1 门“通识教育核心课程”（任一系列），且在四个课程系列中每个系列至少修读 2 学分（通识教育核心课或通选课均可）；

(2) 原则上不允许以专业课替代通识教育课程学分；

(3) 本院系开设的通识教育课程不计入学生毕业所需的通识教育课程学分；

(4) 建议合理分配修读时间，每学期修读 1 门课程。

2. 专业必修课程：49 学分

2-1 专业基础课：19 学分

课号	课程名称	学分	周学时	实践总学时	选课学期
----	------	----	-----	-------	------

00132301	数学分析 I	5	6		一上（一年级秋季学期）
00132302	数学分析 II	5	6		一下（一年级春季学期）
00132321	高等代数 I	5	6		一上（一年级秋季学期）
00132323	高等代数 II	4	5		一下（一年级春季学期）

2-2 专业核心课：24 学分

课号	课程名称	学分	周学时	实践总学时	选课学期
00132304	数学分析 III	4	5		二上（二年级秋季学期）
00132341	几何学	5	6		一上（一年级秋季学期）
00135450	抽象代数	3	3		二上（二年级秋季学期）
00132320	复变函数	3	3		二下（二年级春季学期）
00132340	常微分方程	3	3		二下（二年级春季学期）
00131300	概率论	3	3		二上或二下（二年级秋季或春季学期）
001302000/ 0131670/00 137170	数学模型/应用数学导论/ 机器学习基础	3	3		二下（二年级春季学期）

注：数学分析 I、II、III，高等代数 I、II，几何学，概率论都同时开设常规班和实验班，均可作为毕业学分，但一种课程班型已修读合格后，不能再修读另一种班型。因课号、班型不同，计算学分、GPA 时，一种班型的及格成绩不能覆盖另一种班型的不及格成绩。计算数学方向可以用应用数学导论（课号 00131670）替代数学模型，信息科学方向可以用机器学习基础（课号 00137170）替代数学模型。

2-3 毕业论文：6 学分

2-4 其他非课程必修要求：0 学分

3. 选修课程：44 学分

3-1 专业选修课：21 学分

计算数学

3-1-1 专业必选：9 学分

课号	课程名称	学分	周学时	实践总学时	选课学期
00130550	数值代数	3	3		三上（三年级秋季学期）
00130560	数值分析	3	3		三下（三年级春季学期）

00130630	最优化方法	3	3		三上（三年级秋季学期）
----------	-------	---	---	--	-------------

3-1-2 专业限选：12 学分

课号	课程名称	学分	周学时	实践总学时	选课学期
00132370	实变函数	3	3		三上（三年级秋季学期）
00132330	偏微分方程	3	3		三上（三年级秋季学期）
00132350	泛函分析	3	3		三下（三年级春季学期）
00136720	大数据分析中的算法	3	3		三下（三年级春季学期）
00135520	偏微分方程数值解	3	3		四上（四年级秋季学期）
00113690	随机模拟方法	3	3		四上（四年级秋季学期）
00100873	图像处理中的数学方法	3	3		四上（四年级秋季学期）
00112780	应用偏微分方程	3	3		四上（四年级秋季学期）
00130640	流体力学引论	3	3		四下（四年级春季学期）
00100883	计算系统生物学	3	3		四下（四年级春季学期）
00110820	计算流体力学	3	3		四下（四年级春季学期）
00110860	并行计算 II	3	3		四下（四年级春季学期）

信息科学

3-1-1 专业必选：6 学分

课号	课程名称	学分	周学时	实践总学时	选课学期
00110950	人工智能	3	3		三下（三年级春季学期）
00135040	程序设计技术与方法	3	3		三下（三年级春季学期）

3-1-2 专业限选：15 学分

课号	课程名称	学分	周学时	实践总学时	选课学期
00130030	信息科学基础	3	3		春季
00130730	数理逻辑	3	3		秋季
00135290	集合论与图论	3	3		春季
00130210	计算机图形学	3	3		春季
00135590	计算机图象处理	3	3		春季
00137170	机器学习基础	3	3		春季

00135050	理论计算机科学基础	3	3		秋季
00110060	算法设计与分析	3	3		秋季
00130830	数字信号处理	3	3		秋季
00130630/ 00103335	最优化方法/深度学习与 强化学习	3/3	3/3		秋季

3-2 自主选修课：23 学分

3-2-1 学部课程：12 学分（非数学院课程要求是该院系的专业必修、专业限选或专业任选，不能是通选和公选。）

计算数学

从数学学院开设的数学类课程中任选 12 学分计算系认可的课程。建议学有余力的同学从以下课程中选修：

课号	课程名称	学分	周学时	实践总学时	选课学期
00135460	数理统计	3	3		三上（三年级秋季学期）
04630790	数据科学导引	3	3		三上（三年级秋季学期）
00133010	测度论	3	3		三下（三年级春季学期）
00137130	深度学习：算法与应用	3	3		三下（三年级春季学期）
00110780	最优化理论与算法	3	3		四上（四年级秋季学期）
00136660	凸优化	3	3		四上（四年级秋季学期）
00112630	高等概率论	3	3		四上（四年级秋季学期）
00132310	微分几何	3	3		四上（四年级秋季学期）
00130161	拓扑学	3	3		四上（四年级秋季学期）
00110130	泛函分析（二）	3	3		四上（四年级秋季学期）
00112530	数学物理中的反问题	3	3		四下（四年级春季学期）
00112650	随机过程论	3	3		四下（四年级春季学期）
00112710	二阶椭圆型方程	3	3		四下（四年级春季学期）
00110070	经典力学的数学方法	3	3		四下（四年级春季学期）
00102442	高等深度学习	3	3		四下（四年级春季学期）
	量子力学				四下（四年级春季学期）
	热力学与统计物理				大四年级 学期不定

信息科学

理学部及信息与工程学部课程 12 学分，可从数学学院及信息科学技术学院开设的数学与计算机类课程中任选 4 门信息系认可的课程。

3-2-2 理学部的非数学学院课程 8 学分，其中要求物理类课程 4 学分。

8 学分全部选普物 I、II 也行，也可以选其他物理课，非物理类课程 4 学分要求是该院系的专业必修、专业限选或专业任选，不能是通选和公选（大学化学和普通生物学除外，普通生物学 A、B、C 只能选其一修）。

3-2-3 在全校课程中选择其余 3 学分。

全校任何课程均可，包括通选和公选。

六、其他

1、保送研究生要求

计算数学

(1) 学生应满足学校当年的基本要求，包括但不限于（当年学校政策可能有变化）：每门学校要求的必修课和数学学院要求的必修课必须通过。如果某门课第一次修时没达到及格（包括分数不及格、缓考、期中退课、中途休学、出国、等等情况），在保研资格确定时已经重修达到及格了，按惯例算为通过。重修及格的课按此及格分数算。

(2) 计算数学方向保研排名方式：

(a) 数学学院必修课程（所缺课程按照 0 分计算）：

数学分析 I(5)、数学分析 II(5)、数学分析 III(4)、

高等代数 I(5)、高等代数 II(4)、几何学(5)、抽象代数(3)、

复变函数(3)、常微分方程（3）、数学模型(3)，概率论（3分）

(b) 计算数学专业课程（10 选 5 门，如未达到 5 门，所缺课程按照 0 分计算）

i. 专业必修课程（3 门）：

数值分析(3)、数值代数(3)、最优化方法(3)

ii. 专业限选课程（7 门）：

实变函数(3)、泛函分析(3)、偏微分方程(3)、流体力学引论(3)、偏微分方程数值解(3)、大数据分析中的算法(3)、随机模拟方法(3)

(3) 保研成绩计算和排名

(a) i. 数学学院必修课程的学分权重计算出加权平均分一，

ii. 计算数学专业课程的学分权重计算出加权平均分二，

总成绩=平均分一*50%+平均分二*50%。

(b) 上述方式计算的总成绩作为计算数学方向专业保研排名的唯一依据。总成绩从高到低排名,此排名作为计算数学方向对外承认的唯一正式排名。

注 1: 数学模型可用应用数学导论代替。

注 2: 对于有数学学院的实验班课程，数学学院的实验班课程与数学学院的同名常规课程等价。所有等价课程中，按在时间上首次及格的分数计算，后来分数不算入。

注 3: 如果学生能够获得三封计算数学方向老师的推荐信，经保研小组认定，可以获得保研资格。

注 4: 信息与计算科学系对本文本具有最终解释权。如果学校和数学学院当年政策有变化, 或大环境有变化 (如有线上 P/F 课程) 等, 则信息与计算科学系有权做出与之相应的政策调整。

信息科学

(1) 申请学生应满足学校当年的保研基本要求。

(2) 保研成绩计算方式 (所缺课程记 0 分, ①②分别按学分作加权平均):

①数学学院必修课程 13 门:

数学分析 I (5)、数学分析 II (5)、数学分析 III (4)、
高等代数 I (5)、高等代数 II (4)、几何学 (5)、
常微分方程 (3)、抽象代数 (3)、复变函数 (3)、
概率论 (3)、数学模型/机器学习基础/应用数学导论 (3)、
计算概论 B/A (3)、数据结构与算法 B/A (3)

②信息科学方向专业课程

a) 必选课程 2 门:

人工智能 (3)、程序设计技术与方法 (3)

b) 限选课程选 4 门:

机器学习基础 (3)、信息科学基础 (3)、
数理逻辑 (3)、理论计算机科学基础 (3)、
计算机图形学 (3)、集合论与图论 (3)、
算法设计与分析 (3)、数字信号处理 (3)、
计算机图像处理 (3)、最优化方法/深度学习与强化学习 (3)

③课程成绩按照数学学院必修课程成绩 40%和信息科学方向专业课程成绩 60%进行计算。

④加分

信息科学方向相关的学术成果 (学科竞赛获奖、发表学术论文等, 本人需提供证明材料), 经信息教研室保研小组认定, 酌情加分 (0-5 分)。

⑤总成绩=课程成绩+加分

(3) 保研排名

上述方式计算的总成绩作为信息方向保研排名的唯一依据。

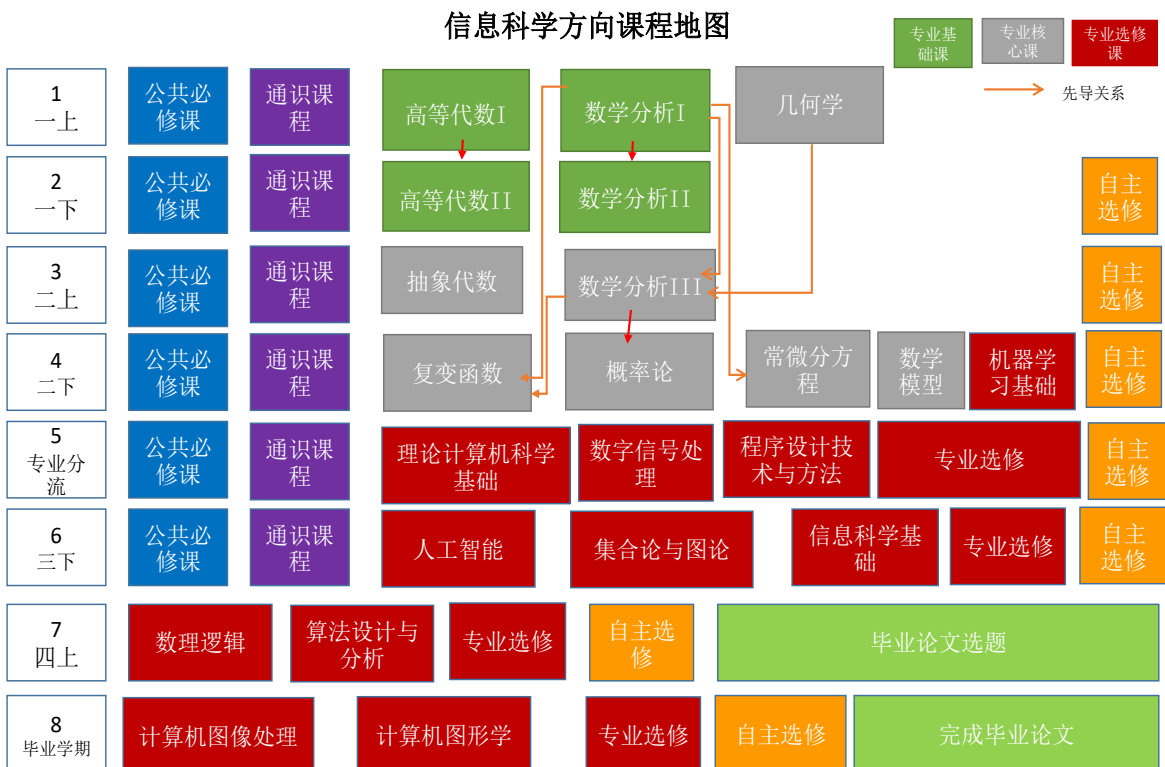
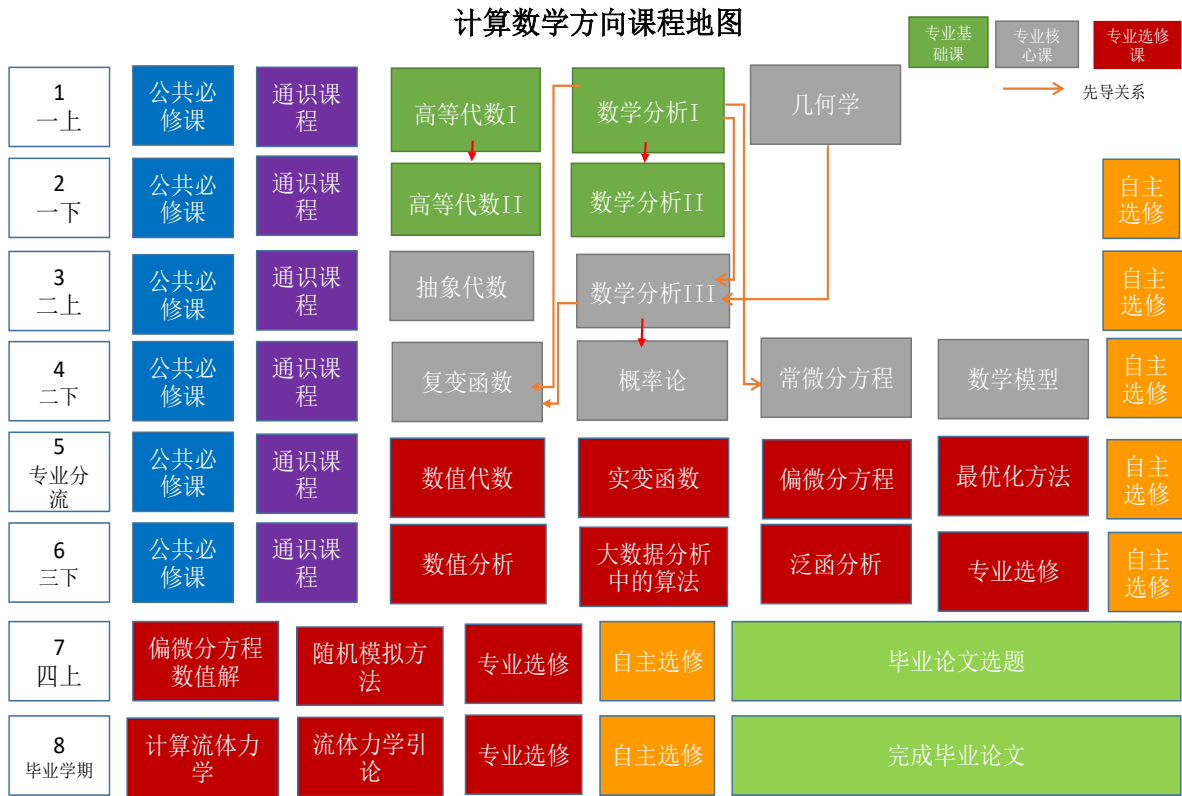
若出现总成绩相同的申请人, 则依次优先以保研成绩计算方式 (2) 中信息科学方向专业课程成绩, 必选课程成绩来决定相关申请人的排名次序; 若如此办理仍然不能区分, 则由信息教研室保研小组委员们参照相关申请人的完整成绩单投票决定其最终排名次序。

注 1: 上述课程以数学学院培养方案最新版规定为准; 加斜杠处表示多选一。

注 2: 信息教研室对上述政策具有最终解释权。如果学校和数学学院当年政策有变, 或大环境有变 (如有线上 P/F 课程) 等, 则信息教研室有权做出与之相应的政策调整。

2、上述专业选修 3-1 和学部限选 3-2-1 课程，原则上均以所列课号和课程名称为准。如学生在其他院系选修同名或相似课程原则上不能计入上述两类课程毕业学分。

七、信息与计算科学专业课程地图（此图仅供参考，最终解释权归院系）



北京大学数学科学学院

数据科学与大数据技术专业培养方案

一、专业简介

数据科学综合运用统计学、计算机科学、应用数学等学科提供的现代数据分析工具和方法从数据中自动寻找规律或者有价值的信息。具体地，它是运用概率统计、并行与分布式计算、人工智能、机器学习等综合知识研究来自工业、生物医疗、金融证券和社交网络等众多领域的较大规模或结构复杂数据集的高效采集、高效存储、高效管理、精确建模、深入分析和精准预测的新兴交叉学科。

2015年，经教育部批准，北京大学数学科学学院在国内高校之中率先设立数据科学与大数据技术本科专业。2017年首批该专业本科生毕业。

本专业的教师来自数学科学学院信息与计算科学系和概率统计系。

二、培养目标

本专业致力于培养掌握数学、计算机、统计等数据科学相关领域基础理论知识，以及数据建模、机器学习、并行与分布式计算、统计推断等方法和技术，从事数据建模、数据分析与挖掘算法等问题的研究和大数据系统开发的研究型和技术型人才。毕业生可在科研机构或高校继续深造、从事数据科学相关的科研工作，也可在生物、金融、交通、医疗等自然科学和社会科学领域或业界从事大数据的采集、管理、分析与处理方面的工作。

三、培养要求

通过四年的学习，学生应扎实地掌握数学、统计、信息科学的基础知识和数据建模、数据分析与挖掘等基本技能，英语水平达到国家四级，具备独立学习的能力、初步的研究能力以及较强的适应不同社会职业需要的能力。

四、毕业要求及授予学位类型

学生在学校规定的学习年限内，修完培养方案规定的内容，成绩合格，达到学校毕业要求的，准予毕业，学校颁发毕业证书；符合学士学位授予条件的，授予学士学位。

授予学位类型：理学学士学位

毕业总学分：138-144 学分

具体毕业要求包括：

1、公共基础课程：45-51 学分	1-1 公共必修课：33-39 学分
	1-2 通识教育课：12 学分
2、专业必修课程：49 学分	2-1 专业基础课：19 学分
	2-2 专业核心课：24 学分
	2-3 毕业论文（设计）：6 学分
	2-4 其他非课程必修要求：0 学分
3、选修课程：44 学分	3-1 专业选修课：21 学分
	3-2 自主选修课：23 学分

五、课程设置

1、公共基础课程：45-51 学分

1-1 公共必修课：33-39 学分

详见附录

1-2 通识教育课程及学分要求

通识教育课程分为四个系列：I. 人类文明及其传统、II. 现代社会及其问题、III. 艺术与人文、IV. 数学、自然与技术，每个系列均包含通识教育核心课、通选课两部分课程，具体课程列表详见《北京大学本科生选课手册》。

通识教育课程修读总学分为 12 学分。具体要求包括：

- (1) 至少修读 1 门“通识教育核心课程”（任一系列），且在四个课程系列中每个系列至少修读 2 学分（通识教育核心课或通选课均可）；
- (2) 原则上不允许以专业课替代通识教育课程学分；
- (3) 本院系开设的通识教育课程不计入学生毕业所需的通识教育课程学分；
- (4) 建议合理分配修读时间，每学期修读 1 门课程。

2. 专业必修课程：49 学分

2-1 专业基础课：19 学分

课号	课程名称	学分	周学时	实践总学时	选课学期
00132301	数学分析 I	5	6		一上（一年级秋季学期）

00132302	数学分析 II	5	6		一下（一年级春季学期）
00132321	高等代数 I	5	6		一上（一年级秋季学期）
00132323	高等代数 II	4	5		一下（一年级春季学期）

2-2 专业核心课：24 学分

课号	课程名称	学分	周学时	实践总学时	选课学期
00132304	数学分析 III	4	5		二上（二年级秋季学期）
00132341	几何学	5	6		一上（一年级秋季学期）
00135450	抽象代数	3	3		二上（二年级秋季学期）
00132320	复变函数	3	3		二下（二年级春季学期）
00132340	常微分方程	3	3		二下（二年级春季学期）
00131300	概率论	3	3		二上或二下（二年级秋季或春季学期）
00137150	并行与分布式计算基础	3	3		二下（二年级春季学期）

注：数学分析 I、II、III，高等代数 I、II，几何学，概率论都同时开设常规班和实验班，均可作为毕业学分，但一种课程班型已修读及格后，不能再修读另一种班型。因课号、班型不同，计算学分、GPA 时，一种班型的及格成绩不能覆盖另一种班型的不及格成绩。

2-3 毕业论文：6 学分

2-4 其他非课程必修要求：0 学分

3. 选修课程：44 学分

3-1 专业选修课：21 学分

3-1-1 专业必选：6 学分

课号	课程名称	学分	周学时	实践总学时	选课学期
00130280	计算方法 B	3	3		三上（三年级秋季学期）
00137170	机器学习基础	3	3		三下（三年级春季学期）

3-1-2 专业限选：15 学分

课号	课程名称	学分	周学时	实践总学时	选课学期
----	------	----	-----	-------	------

00132370	实变函数	3	3		秋季
00132350	泛函分析	3	3		春季
00133090	应用随机过程	3	3		秋季
00103335	深度学习与强化学习	3	3		秋季
00130550	数值代数	3	3		秋季
00130630	最优化方法	3	3		秋季
00136720	大数据分析中的算法	3	3		春季
00137913	机器学习数学导引(英文)	3	3		秋季
00135460	数理统计	3	3		秋季
00133110	应用回归分析	3	3		春季
00133050	应用多元统计分析	3	3		秋季
00110950	人工智能	3	3		春季
00135040/ 04831750	程序设计技术与方法/ 程序设计实习	3	3		春季
00135050	理论计算机科学基础	3	3		秋季

3-2 自主选修课：23 学分

3-2-1 理学部及信息与工程科学部课程：12 学分

可以选自理学部及信息与工程科学部中的任何院系，包括数学学院和信息科学技术学院。要求是该院系的专业必修、专业限选或专业任选，不能是通选和公选。

除专业限选课外，以下课程可以作为自主选修课程参考：

课号	课程名称	学分	周学时	实践总学时	选课学期
00133010	测度论	3	3		春季
00132330	偏微分方程	3	3		秋季
00102728	大数据案例实务	3	3		春季
00112530	数学物理中的反问题	3	3		春季
00113500	组合最优化算法	3	3		秋季
00136660	凸优化	3	3		秋季
00113690	随机模拟方法	3	3		秋季
00130200	数学模型	3	3		春季
00100873/ 00135590	图像处理中的数学方法/ 计算机图象处理	3	3		秋季/ 春季

00110960	模式识别	3	3		秋季
00130830	数字信号处理	3	3		秋季
00110060	算法设计与分析	3	3		秋季
00135220	非参数统计	3	3		秋季
00102892	统计学习	3	3		秋季
00102516	统计模型与计算方法	3	3		秋季
00100877	贝叶斯理论与算法	3	3		秋季
00137913	机器学习数学导引(英文)	3	3		秋季
04831780	自然语言处理导论	2	2		春季
	高等机器学习	3	3		春季
04830220	数据库概论	3	3		春季
04834920	计算机视觉导论	3	3		春季
	深度学习: 算法与应用	3	3		春季

3-2-2 理学部的非数学学院课程 8 学分，其中要求物理类课程 4 学分。

8 学分全部选普物 I、II 也行，也可以选其他物理课，非物理类课程 4 学分要求是该院系的专业必修、专业限选或专业任选，不能是通选和公选（大学化学和普通生物学除外，普通生物学 A、B、C 只能选其一修）。

3-2-3 在全校课程中选择其余 3 学分。

全校任何课程均可，包括通选和公选。

六、其他

1、保送研究生要求

(1) 申请学生应满足学校当年的保研基本要求。

(2) 保研成绩计算方式（所缺课程记 0 分，(1)(2) 分别按学分作加权平均）：

(1) 数学学院必修课程 13 门：

数学分析 I(5)、数学分析 II(5)、数学分析 III(4)、高等代数 I(5)、高等代数 II(4)、几何学(5)、概率论(3)、抽象代数(3)、复变函数(3)、常微分方程(3)、机器学习基础(3)、计算概论 B/A(3)、数据结构与算法 B/A(3)

(2) 数据科学与大数据技术专业课程：

(a) 必选课程 2 门：

计算方法 B(3)、并行与分布式计算基础(3)

(b) 限选课程 7 选 4 门：

数理统计(3)、人工智能(3)、集合论与图论/数理逻辑(3)、凸优化/大数据分析中的算

法(3)、应用多元统计分析/应用回归分析(3)、算法设计与分析/程序设计技术与方法(3)、数据科学导引(3)

(3) 课程成绩按照数学学院必修课程成绩 40%和数据科学与大数据技术专业课程成绩 60%进行计算。

(4) 加分:

对申请人提供的已获得的与数据科学与大数据技术专业相关的学术成果(学科竞赛获奖、发表学术论文等)以及符合教务部推荐纳入当年遴选评价体系的其他考察项(例如学生参军入伍服兵役、参加志愿服务、到国际组织实习等),经由信息与计算科学系数据科学与大数据技术方向保研小组认定,酌情加分(0-5分)。

(5) 总成绩=课程成绩+加分。

2. 保研排名

(1) 依据上述方式计算的总成绩从高到低对数据科学与大数据技术专业保研申请者进行排名,并凭该排名确定获得保研资格的申请人。

(2) 对总成绩相同的申请人,则以保研成绩计算方式(2)中数据科学与大数据技术专业课程成绩来决定并列申请人的排名次序;若并列申请人的上述数据科学与大数据技术专业课程成绩相同,则由三人保研委员会基于并列申请人的完整成绩单投票决定其排名次序。

(3) 对申请人提交的退出保研排名的申请以及与该退出相关联的变动按照学院制定的程序和规定办理。

注 1: 以上课程以数学学院培养方案最新版规定为准;

注 2: 以上 A/B 课程中, A 和 B 至多一门计入保研成绩;

注 3: 2022 年度保研 P/F 制课程成绩的计算方式:

a) 学生限选课 7 选 4 课程列表中,百分制成绩已有超过 4 门者不在此规则考虑之列。

b) 学生限选课 7 选 4 课程列表中百分制成绩只有 3 门,另缺 1 门课程为 P/F 制成绩的计算方式如下:如果该门课程因为教师采用全员 P/F 制,或者学生因为回家(回家节点为 5 月 25 日晚 9 点计)被采用强制 P/F 制,则采用另外 3 门限选课百分制课程的成绩的平均分进行填充缺失 P/F 制课程成绩;如该课程学生自我选择为 P/F 制(即该课程学生可自由选择 P/F 制或百分制,或者在 5 月 25 日晚 9 点后回家),则该课程成绩 P 换算为 70 分计入保研成绩进行计算, F 换算为 50 分计入保研成绩进行计算。

c) 学生限选课 7 选 4 课程列表中百分制成绩只有 2 门,另缺 2 门课程为 P/F 制成绩的计算方式如下:如该课程学生自我选择为 P/F 制(即该课程学生可自由选择 P/F 制或百分制,或者在 5 月 25 日晚 9 点后回家),则该课程成绩 P 换算为 70 分计入保研成绩进行计算, F 换算为 50 分计入保研成绩进行计算;其他情形不适用于 2022 年保研学生。

d) 学生限选课 7 选 4 课程列表中,考虑全部 P/F 课程仍不足 4 门者,剩余课程按 0

分计算。

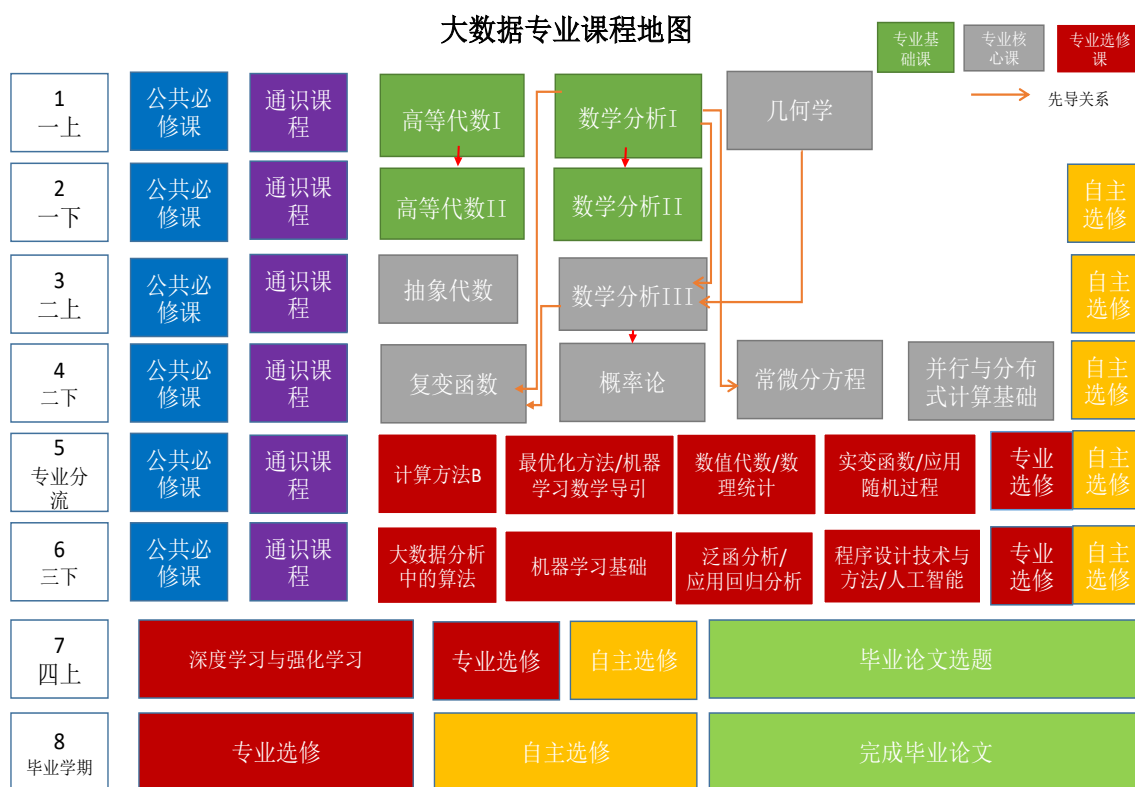
注 4：数学科学学院对上述政策具有最终解释权。如果学校和数学学院当年政策有变化，或大环境有变化（如有线上 P/F 课程）等，则信息与计算科学系数据科学与大数据技术专业向保研小组有权做出与之相应的政策调整。

上述方式计算的总成绩作为数据科学与大数据技术专业保研排名的唯一依据。

2、上述专业选修 3-1 和学部限选 3-2-1 课程，原则上均以所列课号和课程名称为准。如学生在其他院系选修同名或相似课程原则上不能计入上述两类课程毕业学分。

七、数据科学与大数据技术专业课程地图（此图仅供参考，最终解释权归院系）

注：地图中由“/”分隔课程，同学们可根据自身情况二者仅选其一，或者同时选修两门。



附录

公共必修课 33-39 学分

课号	课程名称	学分	周学时	实践总学时	选课学期及说明
—	大学英语	2-8	—	—	详见《北京大学本科生(非英语专业)大学英语能力培养方案(2022年4月)》
	思想政治理论必修课	19			详见《北京大学本科生思想政治理论必修课培养方案(2022年6月修订)》。
	思想政治理论选择性必修课	1 门			详见《北京大学本科思政选择性必修课教学实施方案(2021年5月)》。
	劳动教育课			32	详见《北京大学本科劳动教育课程培养方案(2022年6月)》。
04831410	计算概论 B	3	3	0	一上。面向理科院系。学生选“计算概论 B”课程后,需要另选该课程的上机课“计算概论 B 上机”。
04831650	计算概论 B 上机	0	2	32	一上。面向理科院系。学生选“计算概论 B”课程后,需要另选该课程的上机课“计算概论 B 上机”。
04831420	数据结构与算法 B	3	3	0	一下。面向理科院系。学生选“数据结构与算法 B”课程同时,需要选该课程的上机课“数据结构与算法上机”。
04830494	数据结构与算法上机	0	2	32	一下。面向理科院系。学生选“数据结构与算法 B”课程同时,需要选该课程的上机课“数据结构与算法上机”。
60730020	军事理论	2	2	0	一上或一下
—	体育系列课程	1*4	2	0	每学期限选 1 门,每年至少 1 次体质测试

思想政治理论必修课 19 学分

课号	课程名称	学分	周学时	实践总学时	选课学期及说明
04031762	习近平新时代中国特色社会主义思想概论	3	3		大一任一学期，详见《北京大学本科生思想政治理论必修课培养方案（2022年6月修订）》。
04031651	思想道德修养与法律基础	3	3		同上
04031661	中国近现代史纲要	3	3		同上
04031740	马克思主义基本原理概论	3	3		大二任一学期，详见《北京大学本科生思想政治理论必修课培养方案（2022年6月修订）》。
04031731	毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论	3	3		同上
04031751	形势与政策	2	2		必须大一第一学期选课，大一至大三选修4次讲座。详见《北京大学本科生思想政治理论必修课培养方案（2022年6月修订）》。
61130030	思想政治实践（上） “爱乐传习”“志愿服务”两个模块任选其一	1			大一至大三的任一秋季学期，详见《北京大学本科生思想政治理论必修课培养方案（2022年6月修订）》。
61130040	思想政治实践（下） “社会实践”	1			大一至大二任一春季学期选课，至暑期结束。详见《北京大学本科生思想政治理论必修课培养方案（2022年6月修订）》。
	思政选择性必修课				详见《北京大学本科生思政选择性必修课培养方案（2021年5月）》。

港澳台学生和留学生选课规定

1、港澳台学生可免修政治课和军事理论。但须用下表“与中国有关的课程”替代政治和军事理论课学分。其他学分要求均与本科生要求一致。

2、留学生可免修政治课、军事理论和英语课。但须用下表“与中国有关的课程”替代政治和军事理论课学分。英语课学分由其他课程（可全校任选课）补足。其他学分要求均与本科生要求一致。

与中国有关的课程

序号	课程号	课程名称	学分	适用范围	备注
1.	02431093	专业汉语（一）	1	仅适用于留学生	
2.	02431094	专业汉语（二）	1	仅适用于留学生	
3.	02432201	中文报刊选读（一）	1	仅适用于留学生	与“专业文献选读（一）”互斥
4.	02432202	中文报刊选读（二）	1	仅适用于留学生	与“专业文献选读（二）”互斥
5.	02432203	中文报刊选读（三）	1	仅适用于留学生	与“专业文献选读（三）”互斥
6.	02432204	中文报刊选读（四）	1	仅适用于留学生	与“专业文献选读（四）”互斥
7.	02432421	专业文献选读（一）	1	仅适用于留学生	与“中文报刊选读（一）”互斥
8.	02432422	专业文献选读（二）	1	仅适用于留学生	与“中文报刊选读（二）”互斥
9.	02432423	专业文献选读（三）	1	仅适用于留学生	与“中文报刊选读（三）”互斥
10.	02432424	专业文献选读（四）	1	仅适用于留学生	与“中文报刊选读（四）”互斥
11.	01339320	中国历史地理	2	适用于港澳台学生和留学生	与“02132160 中国历史地理概论”互斥
12.	01831300	中国古籍资源与整理	2	适用于港澳台学生和留学生	
13.	01831330	中国图书出版史	2	适用于港澳台学生和留学生	
14.	01833920	马克思主义新闻观	2	适用于港澳台学生和留学生	
15.	01834290	中国新闻史	2	适用于港澳台学生和留学生	
16.	02030021	古代汉语（上）	4	适用于港澳台学生和留学生	
17.	02030022	古代汉语（下）	4	适用于港澳台学生和留学生	
18.	02030031	中国古代文学史（一）	3	适用于港澳台学生和留学生	

19.	02030032	中国古代文学史 (二)	3	适用于港澳台学生和留学生	
20.	02030033	中国古代文学史 (三)	3	适用于港澳台学生和留学生	
21.	02030034	中国古代文学史 (四)	3	适用于港澳台学生和留学生	
22.	02030040	中国现代文学史	4	适用于港澳台学生和留学生	
23.	02031080	《论语》选读		适用于港澳台学生和留学生	与专书选读(一)互斥
24.	02035311	专书选读(一)		适用于港澳台学生和留学生	与《论语》选读互斥
25.	02031090	《孟子》选读	2	适用于港澳台学生和留学生	先修课:古代汉语与专书选读(二)互斥
26.	02035312	专书选读(二)		适用于港澳台学生和留学生	与《孟子》选读互斥
27.	02031540	中国古代文化	2	适用于港澳台学生和留学生	与“02080420 中国古代文化基础”互斥
28.	02033090	中文工具书	2	适用于港澳台学生和留学生	
29.	02033360	中国当代文学	4	适用于港澳台学生和留学生	
30.	02033830	经典讲读	2	适用于港澳台学生和留学生	与书选读(三)互斥
31.	02035313	专书选读(三)		适用于港澳台学生和留学生	与经典讲读互斥
32.	02080130	中文工具书使用	3	适用于港澳台学生和留学生	
33.	02080261	中国现代文学(上)	2	适用于港澳台学生和留学生	
34.	02080262	中国现代文学(下)	2	适用于港澳台学生和留学生	
35.	02080331	中国当代文学作品 (上)	2	适用于港澳台学生和留学生	2020级起停开
36.	02080332	中国当代文学作品 (下)	2	适用于港澳台学生和留学生	2020级起停开
37.	02080341	中国古代文学(一)	3	适用于港澳台学生和留学生	
38.	02080342	中国古代文学(二)	3	适用于港澳台学生和留学生	
39.	02080343	中国古代文学(三)	3	适用于港澳台学生和留学生	
40.	02080344	中国古代文学(四)	3	适用于港澳台学	

				生和留学生	
41.	02534490	中国商业管理思想	2	适用于港澳台学生和留学生	适用于港澳台学生和留学生
42.	02231021	中国文物建筑导论	2	适用于港澳台学生和留学生	
43.	02180011	中国古代史 B（上）	4	仅适用于留学生	与中国古代史（上）、中国古代史 C（上）、中国古代史、中国通史（古代部分）互斥
44.	02135010	中国古代史	4	适用于港澳台学生和留学生	与中国古代史（上、下）、中国古代史 B、C（上、下）、中国通史（古代部分）互斥
45.	02130012	中国古代史（下）	4	适用于港澳台学生和留学生	与中国古代史 B、C（下）、中国古代史、中国通史（古代部分）互斥
46.	02035201	中国古代文学（上）	3	适用于港澳台学生和留学生	
47.	02035202	中国古代文学（下）	3	适用于港澳台学生和留学生	
48.	02080400	中国人文地理	2	适用于港澳台学生和留学生	
49.	02080410	中国民俗与社会生活	2	适用于港澳台学生和留学生	
50.	02080420	中国古代文化基础	2	适用于港澳台学生和留学生	与“02031540 中国古代文化”互斥
51.	02080440	古文选读	3	适用于港澳台学生和留学生	
52.	02130011	中国古代史（上）	4	适用于港澳台学生和留学生	与中国古代史 B、C（上）、中国古代史、中国通史（古代部分）互斥
53.	02130101	中国历史文选（上）	4	适用于港澳台学生和留学生	与中国历史文选 B（上）互斥
54.	02130102	中国历史文选（下）	4	适用于港澳台学生和留学生	与中国历史文选 B（下）互斥
55.	02130120	中国史学史	3	适用于港澳台学生和留学生	
56.	02131310	中国传统官僚政治制度	2	适用于港澳台学生和留学生	
57.	02132030	中国现代史	4	适用于港澳台学生和留学生	

58.	02132040	中国历史文化导论	4	适用于港澳台学生和留学生	先修课:中国古代史
59.	02132160	中国历史地理概论	3	适用于港澳台学生和留学生	与“01339320 中国历史地理”互斥
60.	02180012	中国古代史 B (下)	4	仅适用于留学生	与中国古代史 (下)、中国古代史 C (下)、中国古代史、中国通史 (古代部分)互斥
61.	02180101	中国历史文选 B (上)	4	仅适用于留学生	与“02130101 中国历史文选 (上)”互斥
62.	02180102	中国历史文选 B (下)	4	仅适用于留学生	与“02130102 中国历史文选 (下)”互斥
63.	02230370	中国古代青铜器	2	适用于港澳台学生和留学生	先修课: 中国考古学、中国古代史
64.	02230430	中国古代陶瓷	2	适用于港澳台学生和留学生	先修课: 中国考古学、中国古代史
65.	02231240	文物研究与鉴定	2	适用于港澳台学生和留学生	先修课:中国古代史
66.	02231280	文物鉴赏	2	适用于港澳台学生和留学生	
67.	02232102	中国考古学 (上二)	2	适用于港澳台学生和留学生	先修课: 考古导论、中国考古学 (上一), 与“02232210 考古学通论”互斥
68.	02232103	中国考古学 (中一)	2	适用于港澳台学生和留学生	先修课: 考古学导论、中国考古学 (上)。与“02232210 考古学通论”互斥
69.	02232104	中国考古学 (中二)	2	适用于港澳台学生和留学生	与“02232210 考古学通论”互斥
70.	02232105	中国考古学 (下一)	2	适用于港澳台学生和留学生	先修课: 中国考古学 (中)。与“02232210 考古学通论”互斥
71.	02232106	中国考古学 (下二)	2	适用于港澳台学生和留学生	先修课: 中国考古学 (下一), 中国古代史 (下)。与“02232210 考古学通论”互斥
72.	02232111	中国考古学 (上一)	3	适用于港澳台学生和留学生	与“02232210 考古学通论”互斥
73.	02232210	考古学通论	4	适用于港澳台学	与中国考古学 6 门

				生和留学生	系列课程互斥
74.	02240011	中国建筑史（上）	3	适用于港澳台学生和留学生	先修课:中国文物建设导论
75.	02240012	中国建筑史（下）	3	适用于港澳台学生和留学生	先修课:中国文物建设导论
76.	02330092	中国哲学（上）	3	适用于港澳台学生和留学生	
77.	02330094	中国哲学（上）	2	适用于港澳台学生和留学生	
78.	02330095	中国哲学（下）	2	适用于港澳台学生和留学生	
79.	02330096	中国哲学（下）	3	适用于港澳台学生和留学生	
80.	02332024	中国伊斯兰教史	2	适用于港澳台学生和留学生	
81.	02332160	道教史	2	适用于港澳台学生和留学生	
82.	02332250	中国宗教史	2	适用于港澳台学生和留学生	
83.	02332991	中国礼学史	2	适用于港澳台学生和留学生	
84.	02333202	《庄子》精读	2	适用于港澳台学生和留学生	
85.	02333210	先秦哲学	2	适用于港澳台学生和留学生	
86.	02333220	魏晋玄学	2	适用于港澳台学生和留学生	先修课:中国哲学（上）
87.	02333231	宋明理学	2	适用于港澳台学生和留学生	先修课:中国哲学（上）
88.	02333285	儒学与中国社会	2	适用于港澳台学生和留学生	
89.	02333320	近现代中国哲学	2	适用于港澳台学生和留学生	
90.	02333331	现代中国的建立: 制度、思潮与人物	2	适用于港澳台学生和留学生	
91.	02335200	庄子哲学	2	适用于港澳台学生和留学生	
92.	02335201	孟子哲学	2	适用于港澳台学生和留学生	
93.	02335202	孔子与老子	2	适用于港澳台学生和留学生	
94.	02430140	中华人民共和国对外关系	3	适用于港澳台学生和留学生	
95.	02430150	中国政治概论	3	适用于港澳台学生和留学生	先修课: 政治学原理、中国近现代史

96.	02430211	中国对外关系史	3	适用于港澳台学生和留学生	
97.	02533340	中国经济思想史	3	适用于港澳台学生和留学生	有经济学原理基础会更好。
98.	02533640	中国保险市场专题研究	2	适用于港澳台学生和留学生	先修课:保险学原理
99.	02534570	中国对外经贸战略	2	适用于港澳台学生和留学生	先修课:国际贸易理论、中国对外贸易概论
100.	02535240	中国经济史	3	适用于港澳台学生和留学生	先修课: 经济学原理、政治经济学、计量经济学
101.	02535380	中国对外经济	2	适用于港澳台学生和留学生	
102.	02802190	中国经济	3	适用于港澳台学生和留学生	
103.	02930020	中国法律思想史	3	适用于港澳台学生和留学生	先修课:中国古代史
104.	02930030	中国法制史	3	适用于港澳台学生和留学生	先修课:要有文言文基础
105.	03033490	中国图书史	2	适用于港澳台学生和留学生	
106.	03230050	当代中国政府与政治	3	适用于港澳台学生和留学生	
107.	03230770	中国政治制度史	3	适用于港澳台学生和留学生	
108.	03230780	中国政治思想史	3	适用于港澳台学生和留学生	
109.	04330038	中国艺术学原著导读	2	适用于港澳台学生和留学生	
110.	04330052	中国美术通史(上)	2	适用于港澳台学生和留学生	
111.	04330053	中国美术通史(下)	2	适用于港澳台学生和留学生	
112.	04330094	中国电影史	3	适用于港澳台学生和留学生	
113.	06234900	中国经济专题	2	适用于港澳台学生和留学生	先修课: 经济学原理、中级微观经济学。习题课为讨论班,面向本院系学生,外院系学生不需要选
114.	04030701	中共党史	2	适用于港澳台学生和留学生	
115.	02130290	中华人民共和国史专题	2	适用于港澳台学生和留学生	

116.	02138850	中国现代社会史	2	适用于港澳台学生和留学生	
117.	02138840	中国近代思想史	2	适用于港澳台学生和留学生	
118.	02132250	中国近代政治与外交	2	适用于港澳台学生和留学生	
119.	02132990	中共党史专题	2	适用于港澳台学生和留学生	
120.	02133010	改革开放史专题	2	适用于港澳台学生和留学生	
121.	04031890	李大钊思想研究	2	适用于港澳台学生和留学生	
122.	02930209	一国两制与基本法	3	适用于港澳台学生和留学生	
123.	02431930	中苏关系及其对中国社会发展的影响	2	适用于港澳台学生和留学生	
124.	06734130	中华人民共和国教育专题史	2	适用于港澳台学生和留学生	
125.	02839000	中国经济改革与发展	2	适用于港澳台学生和留学生	
126.	04030008	中国近现代史重大问题研究	3	适用于港澳台学生和留学生	
127.	04030004	中国化马克思主义	3	适用于港澳台学生和留学生	
128.	04030005	中国化马克思主义经典著作导读	2	适用于港澳台学生和留学生	
129.	03232960	中国政府与政治	3	适用于港澳台学生和留学生	
130.	02130890	中国现代社会经济史	2	适用于港澳台学生和留学生	
131.	04031602	改革开放史	2	适用于港澳台学生和留学生	
132.	03232690	中国近代政治思想史	3	适用于港澳台学生和留学生	

主要课程介绍

课程号: 00132301, 00132302, 00132304

课程名称: 数学分析 (I, II, III)

开课学期: 秋季开始 (三学期)

学分: 5+5+4

先修课程: 无

基本目的: 本课程是数学类各专业最重要的基础课之一。基本内容包括极限论、微分学、积分学、级数理论。本课程是许多后继课程如微分方程、微分几何、复变函数、实变函数、概率论、基础物理、理论力学等学习的基础。数学分析同时也是大学数学的基本能力及思维方法的训练重要课程。具有良好的数学分析的基础对于今后的学习和研究起着关键的作用。

内容提要: **第一部分 一元微积分学**

一. **函数:** 实数理论简介; 确界存在定理; 函数概念与基本性质; 初等函数

二. **序列极限:** 序列极限定义; 无穷小量与无穷大量; 序列极限的性质; 单调有界序列, 实数系连续性的基本定理; Cauchy 收敛准则; 序列的上, 下极限

三. **函数的极限与连续性:** 函数极限的定义与推广; 函数极限的性质, 数列极限与函数极限的关系; 函数极限存在性定理及两个重要极限; 函数的连续与间断; 连续函数的基本性质与初等函数的连续性; 闭区间连续函数的性质; 一致连续函数; 无穷小量与无穷大量的阶

四. **导数和微分:** 导数的引入与定义; 单侧导数; 求导的方法; 微分的定义与一阶微分的形式不变性; 高阶导数与高阶微分

五. **导数的应用:** 微分中值定理; del' Hospital 法则; Taylor 公式; 利用导数研究函数

六. **不定积分:** 原函数; 不定积分; 第一与第二换元法; 分部积分法; 常见函数不定积分; 有理函数积分

七. **定积分:** 定积分概念与微积分基本定理; 定积分的几何意义; 可积的必要条件, Darboux 理论与可积函数类; 定积分的性质; 变限积分; 定积分的计算; 换元法、分部积分法; 定积分第一, 二中值定理; 定积分的几何应用与简单物理应用

第二部分 级数理论

一. **数项级数:** 数项级数的概念; Cauchy 准则; 条件收敛与绝对收敛性; 正项级数收敛基本判别法; 任意级数收敛的基本判别法; 数项级数性质 (交换律; 结合律; 分配律); 无穷乘积

二. **函数序列与函数级数:** 函数数列与级数研究的基本问题; 一致收敛性的定义; 一致收敛的 Cauchy 准则及其判别法; 一致收敛性的极限函数的性质

三. **幂级数:** 幂级数的收敛半径与收敛域; 幂级数的性质; 初等函数的幂级数展开; 求 Taylor 展式的方法; Weierstrass 逼近定理

四. **Fourier 级数:** 基本三角函数系; 周期函数 Fourier 级数; Fourier 级数的点收敛; Dirichlet 积分与收敛的判别法; Fourier 级数的均方收敛, Parseval 等式; 一致收敛

第三部分 多元微积分

一. **\mathbf{R}^n 中的点集拓扑初步, 连续函数:** \mathbf{R}^m 中的点集拓扑初步; 多元函数的极限与连续性

二. **多元函数微分学:** 偏导数; 全微分; 微分的几何意义; 高阶偏导数; 隐函数求导; 方向导数与梯度; Taylor 公式; 向量函数求导

三. **隐函数定理:** 隐函数定理; 逆变换定理

四. **多元函数的极值问题:** 普通极值问题; 条件极值问题; Lagrange 乘子法; 最小二乘法

五. **重积分:** 定义; 存在性与性质; 计算; 化为累次积分与重积分的变量替换, 广义重积分

六. **曲线积分, 曲面积分与场论初步:** 第一型与第二型曲线积分; 第一型与第二型曲面积分; Green 公式; Gauss 公式; Stokes 公式; 曲线积分与路径无关; *微分流形初步: 微分形式; 外微分; 微分形式的拉回; 微分流形; 微分流形上微分形式的积分; Stokes 公式

教学方式: 课堂讲授

教材与参考书: 1. 伍胜健, 数学分析 (I, II, III), 北京大学出版社

2. 方企勤等, 数学分析 (1, 2, 3), 高等教育出版社

3. 彭立中, 谭小江, 数学分析 (1, 2, 3), 高等教育出版社

学生成绩评定方法: 作业 15%, 期中考试 35%, 期末考试 50%。 **课程修订负责人:** 周斌

课程号: 00132361, 00132362, 00132363

课程名称: 数学分析 (I, II, III) (实验班)

开课学期: 秋季开始 (三学期)

学分: 5+5+4

先修课程: 无

基本目的: 本课程是数学类各专业最重要的基础课之一。基本内容包括极限论、微分学、积分学、级数理论。本课程是许多后继课程如微分方程、微分几何、复变函数、实变函数、概率论、基础物理、理论力学等学习的基础。数学分析同时也是大学数学的基本能力及思维方法的训练重要课程。具有良好的数学分析的基础对于今后的学习和研究起着关键的作用。

内容提要: **第一部分 一元微积分学**

一. **函数:** 实数理论简介, 确界存在定理, 函数概念与基本性质, 初等函数; 二. **序列极限:** 定义, 无穷小量无穷大量, 性质, 单调有界序列, 实数系连续性的基本定理, Cauchy 收敛准则, 序列的上、下极限; 三. **函数的极限与连续性:** 定义与推广, 性质, 数列极限与函数极限关系, 函数极限存在性定理及两个重要极限, 函数连续与间断, 连续函数基本性质与初等函数连续性, 闭区间连续函数性质, 一致连续函数, 无穷小量与无穷大量的阶; 四. **导数和微分:** 导数引入与定义, 单侧导数, 求导方法, 微分定义与一阶微分形式不变性, 高阶导数与高阶微分; 五. **导数的应用:** 微分中值定理, del' Hospitale 法则, Taylor 公式, 利用导数研究函数; 六. **不定积分:** 原函数, 不定积分, 第一与第二换元法, 分部积分法, 常见函数不定积分, 有理函数积分; 七. **定积分:** 定积分概念与微积分基本定理, 定积分几何意义, 可积的必要条件, Darboux 理论与可积函数类, 定积分的性质, 变限积分, 定积分的计算, 换元法、分部积分法, 定积分第一、二中值定理, 定积分的几何应用与简单物理应用, 曲线的曲率

第二部分 多元微积分

一. **\mathbf{R}^n 中的点集拓扑初步, 连续函数:** \mathbf{R}^m 中的点集拓扑初步; 多元函数的极限与连续性; 二. **多元函数微分学:** 偏导数, 全微分, 微分的几何意义, 高阶偏导数, 隐函数求导, 方向导数与梯度, Taylor 公式, 向量函数求导; 三. **隐函数定理:** 隐函数定理, 逆变换定理; 四. **多元函数的极值问题:** 普通极值问题, 条件极值问题, Lagrange 乘子法, 最小二乘法; 五. **重积分:** 定义, 存在性与性质, 计算: 化为累次积分与重积分的变量替换, 广义重积分, 余面积公式; 六. **曲线积分, 曲面积分与场论初步:** 第一型与第二型曲线积分, 第一型与第二型曲面积分; Green 公式, Gauss 公式, Stokes 公式, 曲线积分与路径无关, 微分流形初步: 微分形式, 外微分, 微分形式的拉回, 微分流形, 微分流形上微分形式的积分, Stokes 公式, 等周不等式简介

第三部分 级数理论

一. **数项级数:** 数项级数的概念; Cauchy 准则; 条件收敛与绝对收敛性; 正项级数收敛的基本判别法; 任意级数收敛的基本判别法; 数项级数的性质 (交换律; 结合律; 分配律); 无穷乘积; 重级数和累次级数简介; 二. **函数序列与函数级数:** 函数数列与级数研究的基本问题; 一致收敛性的定义; 一致收敛的 Cauchy 准则及其判别法; 一致收敛性的极限函数的性质; 三. **幂级数:** 幂级数的收敛半径与收敛域; 幂级数的性质; 初等函数的幂级数展开; 求 Taylor 展式的方法; Weierstrass 逼近定理及其他逼近定理; 幂级数的应用; 四. **Fourier 级数:** 基本三角函数系; 周期函数 Fourier 级数; Fourier 级数的点收敛; Dirichlet 积分与收敛的判别法; Fourier 级数的均方收敛, Parseval 等式; 一致收敛; 五. **Fourier 分析初步:** 波方程和热方程简介; 核的概念; Fourier 级数的应用; 六. **调和函数和 Laplace 方程初步:** 平均值不等式; 极大值原理; Harnack 不等式; Green 函数; Poisson 积分; Dirichlet 问题

教学方式: 课堂讲授

教材与参考书: 1. 伍胜健, 数学分析 (I, II, III), 北京大学出版社

2. 方企勤等, 数学分析 (1, 2, 3), 高等教育出版社

3. 彭立中, 谭小江, 数学分析 (1, 2, 3), 高等教育出版社。

4. 卓里奇: 数学分析 (一, 二), 高等教育出版社

5. Stein, Elias M.; Shakarchi, Rami (2003). Fourier Analysis: An

Introduction. Princeton University Press. ISBN 069111384X.

学生成绩评定方法: 作业 10-15%, 期中考试 35-40%, 期末考试 50%。

课程修订负责人: 周斌

课程号: 00132321

课程名称: 高等代数 I

开课学期: 秋

学分: 5

先修课程: 无

基本目的:

- 1) 使学生熟练掌握线性代数的坐标-矩阵方法, 首先让学生做到敢算、会算, 巧算, 学习基于概念的命题, 定理的表述和严格证明;
- 2) 理解矩阵如何应用于数学问题的研究, 方程组的求解对应于矩阵的相抵分类, 二次型的分类对于矩阵的合同分类, 矩阵作为映射的分类对应于矩阵的相似。

内容提要: 下面打*部分为选学内容

一、引言与预备知识 (6 学时)

回顾中学的代数知识, 引入高等代数研究的问题, 多元线性方程组的求解, 一元高次方程的求解, 多元二次方程的分类;

自然数的最小数公理和数学归纳法, 通过对有理数域, 实数域, 复数域的回顾定义一般数域;

通过二元和三元一次方程组的消元法, 引入一般线性方程组求解的 Gauss-Jordan 消元算法。

二、向量空间与矩阵 (16 学时)

n 维向量空间, 向量组的线性相关与线性无关, 极大线性无关组与秩, 矩阵的秩, 线性方程组理论, 矩阵运算, 方阵, 初等矩阵, 逆矩阵, 分块矩阵。

三、行列式 (8 学时)

n 阶行列式的定义, 行列式的性质, 行列式的应用 (Cramer 法则、矩阵的秩与子式的关系), 行列式的完全展开, Laplace 展开式与 Binet-Cauchy 公式。

四、实向量空间 (4 学时)

实向量空间的内积, 标准正交基, 向量组的施密特正交化, 向量到子空间的正交投影, Gauss 最小二乘法

五、矩阵的分类 (10 学时)

把矩阵的运算解释成向量空间的映射, 通过映射表述线性方程组的求解理论, 通过相抵标准型, 矩阵的广义逆表示方程组的求解。

矩阵的相似, 矩阵的特征值, 特征向量, 特征多项式, 特征子空间; 矩阵的对角化和判别; 实对称矩阵的正交对角化。

六、二次型和它的分类 (16 学时)

二次型的定义, 二次型的等价与标准型, 二次型的矩阵与对称矩阵的合同, Witt 定理。实二次型的合同分类, 正交合同分类。

正定二次型, 实向量空间的内积, (半)正定矩阵和实矩阵的奇异值分解。

教学方式: 每周授课 4+2 学时

教材与参考书:

1. 北京大学数学力学系几何与代数教研室代数小组: 高等代数, 高等教育出版社, 1984 (第 6 次印刷)。
2. 蓝以中: 高等代数简明教程 (上册), 北京大学出版社, 2003 (第 2 次印刷)。
3. 丘维声: 高等代数 (第二版) 上册, 高等教育出版社, 2002 年。

学生成绩评定方法: 作业 10-15%, 期中考试 30-45%, 期末考试 40-60%。

课程修订负责人: 田青春

课程号: 00132323

课程名称: 高等代数 II

开课学期: 春

学分: 4

先修课程: 高等代数 I, 解析几何。

基本目的: 通过一元多项式的因式分解理论, 讨论并建立了复矩阵的 Jordan 标准型理论; 最后介绍抽象的线性空间, 线性变换和双线性函数, 利用集合论和几何直观重新表述并证明线性代数中的基本定理。

内容提要: 下面打*部分为选学内容

一、一元多项式环 (14 学时)

欧几里得算法判断多项式的整除, 求最大公因式, 多项式的因式分解的存在唯一性; 复数域, 实数域上的不可约多项式与代数学基本定理, 有理数上的因式分解 (Gauss 引理, Eisenstein 判别法) 多项式方程的根与系数的关系, 判别式的推广与它的计算—多元对称多项式的表示。

二、多项式环的矩阵环与矩阵的相似标准型 (12 学时)

Cayley-Hamilton 定理, 矩阵的极小多项式, 多项式矩阵的相抵标准型的存在唯一证明 (可逆多项式矩阵, 初等多项式矩阵), 矩阵相似的判别法, 矩阵的极小多项式, 矩阵的特征矩阵的相抵标准型与矩阵的相似标准型, 复数域上的矩阵的 Jordan 标准型。

三、线性空间 (6 学时)

抽象线性空间的定义, 向量空间中的研究内容的移植, 这种推广的必要性, 选定基后, 线性空间与向量空间的同构性。

四、线性变换和复线性变换的 Jordan 分解 (16 学时)

线性变换的定义, 运算和结构; 选定基后, 线性变换空间(环)与矩阵空间(环)的对应, 线性变换的不变子空间直和分解与矩阵的分块相似, 线性变换的特征值, 特征向量, 特征多项式, 最小多项式; 线性变换的特征(最小)多项式的因式分解与线性变换的不变子空间的直和分解; 幂零线性变换的 Jordan 分解, 复数域上的线性变换的 Jordan 标准型。

五、线性空间的对偶空间与线性空间的双线性函数 (8 学时)

六、带度量的空间 (8 学时)

欧氏空间和它的线性变换, 实线性映射的奇异值分解, 双曲空间, 实度量空间的 Witt 分解定理, 一般度量空间的 Witt 分解定理, 辛空间。

教学方式: 每 2 周授课 4+1 学时

教材与参考书:

1. 北京大学数学力学系几何与代数教研室代数小组: 高等代数, 高等教育出版社, 1984 (第 6 次印刷)。
2. 蓝以中: 高等代数简明教程 (上、下册), 北京大学出版社, 2003 (第 2 次印刷)。
3. 丘维声: 高等代数 (第二版) 下册, 高等教育出版社, 2002 年。

学生成绩评定方法: 作业 10-15%, 期中考试 30-45%, 期末考试 40-60%。

课程修订负责人: 田青春

课程号: 00132371

课程名称: 高等代数 I (实验班)

开课学期: 秋

学分: 5

先修课程: 无

基本目的:《高等代数》是数学类各专业最重要的基础课之一。本课程在深度、广度和抽象程度上相比《高等代数》有所提高,以公理化的线性空间和线性映射为主线,把矩阵的运算和性质穿插其中,并讲述张量代数初步和群、环、模、域等基本概念,为优秀学生更早进入现代数学各领域打下基础。在第一学期,系统讲述线性方程组、矩阵、线性空间、线性映射初步、多项式、行列式、张量代数等内容。

内容提要:

一、 线性方程组和矩阵 (8 学时)

域、线性方程组、Gauss 消元法、矩阵的初等变换、矩阵运算、矩阵的逆。

二、 线性空间 (12 学时)

线性空间的概念、线性相关与线性无关、基与维数、子空间、方程组的解空间、子空间的交与和、维数公式、坐标、基变换、商空间。

三、 线性映射 I (14 学时)

线性映射的概念、同构映射、核与像、维数关系、线性映射的运算、群的概念和线性变换群、线性映射的矩阵、相似矩阵、线性函数、对偶空间、线性映射的对偶映射、矩阵的秩。

四、 多项式环 (8 学时)

环和理想的概念、多项式环、一元多项式环是主理想环、因式分解的唯一性、根和重数。

五、 行列式与张量代数 (12 学时)

多重线性函数、反对称性与体积元、行列式的定义、行列式的性质、线性方程组的 Cramer 法则、张量积、外代数。

教学方式: 每周授课 4+2 学时

教材与参考书:

教材:

K. Hoffman and R. Kunze, Linear Algebra (2nd edition), Prentice Hall, 1971; 世界图书出版公司, 2008 年

参考书:

1、蓝以中, 高等代数简明教程(第 2 版), 北京大学出版社, 2007 年

2、丘维声, 高等代数(第 2 版), 高等教育出版社, 2002 年

3、S. Roman, Advanced Linear Algebra (3rd edition), Graduate Texts in Mathematics 135, Springer Verlag, 2008

学生成绩评定方法: 作业 10%, 期中考试 30%, 期末考试 60%。

课程修订负责人: 安金鹏

课程号: 00132372

课程名称: 高等代数 II (实验班)

开课学期: 春

学分: 4

先修课程: 高等代数 I (实验班)

基本目的:《高等代数》是数学类各专业最重要的基础课之一。本课程在深度、广度和抽象程度上相比《高等代数》有所提高,以公理化的线性空间和线性映射为主线,把矩阵的运算和性质穿插其中,并讲述张量代数初步和群、环、模、域等基本概念,为优秀学生更早进入现代数学各领域打下基础。在第二学期,系统讲述线性映射的进一步性质、线性变换和矩阵的标准形、内积空间、双线性函数、二次型等内容。

内容提要:

一、 线性映射 II (14 学时)

特征值和特征向量、特征多项式、极小多项式、Cayley-Hamilton 定理、线性变换与矩阵的对角化、不变子空间、特征子空间和广义特征子空间、空间的准素分解。

二、 线性变换和矩阵的标准形 (16 学时)

环上的模、线性变换诱导的模结构、零化多项式、循环子空间和循环分解、Jordan 标准形、有理标准形、幂零与半单变换、线性变换的 Jordan 分解。

三、 内积空间 (14 学时)

内积的概念、Gram-Schmidt 正交化、子空间的正交补、正交群与酉群、线性变换的伴随变换、对称变换与 Hermite 变换的对角化和谱分解、正定变换、极分解。

四、 双线性函数与二次型 (10 学时)

双线性函数的矩阵、矩阵的合同、对称双线性函数与二次型、二次型的分类、正定性、反对称双线性函数与辛群。

教学方式: 每周授课 4+1 学时

教材与参考书:

教材:

K. Hoffman and R. Kunze, Linear Algebra (2nd edition), Prentice Hall, 1971; 世界图书出版公司, 2008 年

参考书:

1、蓝以中, 高等代数简明教程(第 2 版), 北京大学出版社, 2007 年

2、丘维声, 高等代数(第 2 版), 高等教育出版社, 2002 年

3、S. Roman, Advanced Linear Algebra (3rd edition), Graduate Texts in Mathematics 135, Springer Verlag, 2008

学生成绩评定方法: 作业 10%, 期中考试 30%, 期末考试 60%。

课程修订负责人: 安金鹏

课程号: 00132341

课程名称: 几何学

开课学期: 秋

学分: 5

先修课程: 无

基本目的: 本课是我们数学科学学院面向数学专业同学的基础课。一方面,它是中学阶段平面解析几何知识的延伸和扩展,重在讲清欧氏几何的基础、拓展和它与线性代数的关联,也为多元微积分、物理学等后续课程提供工具。另一方面,它又是我们几何课程体系的入门课,因此要梳理几何观念的源流,通过几种典型的“非欧氏”几何的介绍,了解空间上可以有不同的几何结构,为学生后续学习拓扑学、李群、代数曲线、流形和黎曼几何做一个“浪漫”的铺垫。在对同学的训练上,本课程侧重于培养几何思想和几何直觉,提高学生运用不变性等思想方法和综合多种工具来灵活解决问题的能力。

内容提要:

一、向量代数(约 8 学时)

向量的构造;向量的基本运算-加法、数量积、内积、外积和体积(混和积);向量的线性运算和分解,向量代数的应用(球几何)。

二、等距变换和仿射变换(约 12 学时)

平面和空间的等距变换(等距映射)及例子:反射、旋转、平移等。平面和空间图形的对称群;平面和空间的仿射变换及其诱导的向量空间线性变换;仿射变换的不变性质、不变量;坐标与方程(仿射坐标系,单位直角坐标系),仿射变换、等距变换的坐标表示。

三、空间解析几何,二次曲线的分类(约 10 学时)

空间直线和平面的方程及位置关系研究;曲面例子(球面,柱面,锥面,旋转面,直纹面)。坐标变换(平面和空间,仿射与单位直角坐标变换);圆锥曲线;平面二次曲线及其不变量;二次曲线的分类;二次曲线的度量和仿射特征(中心、对称轴、切线和渐近线);二次曲面的分类定理简介(*)。

四、射影几何初步(约 12 学时)

中心投射(透视法),Desargues 定理,Pappus 定理,射影平面,射影变换,点线对偶,交比,圆锥曲线的射影理论,配极,射影坐标系及其应用。

五、双曲几何初步*(约 8 学时,由教员依教学进度自行决定)

平面和空间的反演变换,平面 Moebius 变换群,复分式变换,复交比;双曲平面,双曲度量,双曲变换群,双曲三角形正弦、余弦和面积(角亏)公式。

机动(10 课时):

视情况,可侧重讲述其中一部分章节,增加其课时;也可以增加有关几何发展史(如欧氏几何与公理体系)、Lorentz 几何等的专题。

教学方式: 每周授课 4+2 学时

教材与参考书: 1) 尤承业,解析几何,北京大学出版社。

2) 王长平,《几何学》讲义(电子版,未出版)

3) 项武义《古典几何学》。

学生成绩评定方法: 平时: 20%, 期中: 30%, 期考: 50%。

课程修订负责人: 马翔

课程号: 00132381

课程名称: 几何学 I(实验班)

开课学期: 秋

学分: 5

先修课程:

基本目的: 本课程主要介绍向量代数、空间解析几何、几何变换（等距变换和仿射变换）、射影几何初步、双曲几何初步、几何拓扑初步，通过严格规范的论述，展现现代几何学常用的语言、观点和基本技术。

内容提要:

向量代数 (12 学时): 向量的线性运算，仿射标架，内积，外积，多重乘积；

平面二次曲线 (12 学时): 标准型和不变量理论，度量特征，仿射特征；

空间解析几何 (18 学时): 空间中的直线和平面，二次曲面，空间仿射变换，空间等距变换；

射影几何 (18 学时): 射影平面，射影变换，交比，射影圆锥曲线，极线和极点；

双曲几何 (18 学时): 平面反演变换，双曲平面的模型与等距变换群，双曲三角学；

拓扑学初步 (12 学时): 拓扑空间和连续映射，常见的拓扑性质。

教学方式: 每周 4+2 学时

教材与参考书:

教材: 尤承业,《解析几何》,北京大学出版社,2004。

学生成绩评定方法:

作业 10%, 期中 30%, 期末 60%。

课程修订负责人: 刘毅

课程号: 00132382

课程名称: 几何学 II(实验班)

开课学期: 春

学分: 4

先修课程:

基本目的: 本课程为几何与拓扑实验班系列之二, 主要面向数院大一下的本科生。课程适当兼顾数学分析、高等代数进度, 兼顾前后衔接, 主要以曲线、曲面为讨论对象展开。教学内容包括: 空间曲线论, 空间曲面论, 基本群, 复叠空间。

内容提要:

空间曲线论 (2 周): 多元微积分提要; 曲线的曲率和挠率; Frenet 标架; 曲面论基本定理; 平面曲线*

空间曲面论 (6 周): 第一基本形式; 切向量和余切向量*; 第二基本形式; 曲率; Gauss 映射, Weingarten 映射; 曲面论基本方程; 曲面论基本定理; 保长对应、保角对应、保积对应

基本群 (3 周): 代数拓扑概论; 同伦和基本群; 球面的基本群; 基本群的同伦不变性; Van Kampen 定理与基本群计算; 经典应用

复叠空间 (4 周): 复叠空间的定义和例子; 两个提升定理; 与基本群的关系; 离散群几何*; 常曲率曲面*; Euler 示性数和 Gauss—Bonnet 定理*

(星号*为根据学生情况和进度选讲)

教学方式: 每周 4+1 学时

教材与参考书:

规定教材: (无)

参考书 1: 陈维桓, 《微分几何初步》, 北京大学出版社

参考书 2: 尤承业, 《基础拓扑学讲义》, 北京大学出版社

学生成绩评定方法:

作业 20%, 期中 40%, 期末 40%。

课程修订负责人: 刘毅

课程号: 00135450

课程名称: 抽象代数

开课学期: 秋

学分: 3

先修课程: 高等代数 I, II

基本目的:

1. 使学生掌握抽象代数的基本概念, 基本理论, 基本方法, 受到抽象代数的基本训练。
2. 培养学生数学的思维方式。

内容提要: 下面打*部分为选学内容

一、引言 (2 学时)

抽象代数的研究对象, 群、环、域的概念和简单性质。

二、群 (22 学时)

群的典型例子, 对称群及交错群, 子群, 群的同态与同构, 群的自同构, 循环群, 元素的阶, 整数模 n 的乘法群, 群在集合上的作用, 轨道分解, Cayley 定理, 陪集, Lagrange 定理, 轨道-稳定子定理, 共轭类, 类方程, p -群, 正规子群和商群, 单群, 群同态基本定理, 群同构定理, 群的直积, *群的半直积, 换位子群, 可解群, Sylow 定理及其应用, 有限 Abel 群的结构, *合成群列, *自由群, *群的定义关系, *正多面体和有限旋转群。

三、环 (12 学时)

环的类型和例, 多项式环, 子环、同态和理想, 商环, 环同态基本定理, 环的特征, 环同构定理, 环的直和, 中国剩余定理, 素理想和极大理想, 域的构造, *分式域, 唯一因子分解整环, *Noether 环, 主理想整环, Euclid 整环, *唯一因子分解整环上的多项式环。

四、域扩张 (7 学时)

域扩张, 有限扩张, 代数扩张, 单扩张, 尺规作图问题, 分裂域, 正规扩张, 有限域, 可分扩张,

五、Galois 理论 (5 学时)

域扩张的自同构, Galois 群, Galois 基本定理, 多项式的 Galois 群, 代数方程可根式解问题。

教学方式: 每周授课 3 学时

教材与参考书:

1. 赵春来、徐明曜, 抽象代数 I, 北京大学出版社, 2008 年。
2. 聂灵沼、丁石孙, 代数学引论 (第二版), 高等教育出版社, 2000 年。
3. 丘维声, 抽象代数基础, 高等教育出版社, 2003 年。

学生成绩评定方法: 作业 10%, 期中考试 40%, 期末考试 50%。

课程修订负责人: 冯荣权

课程号: 00137971

课程名称: 代数学 (实验班) I/Algebra (I) (H)

开课学期: 秋

学分: 3

先修课程: 高等代数 I, II 或 高等代数 I, II (实验班)

基本目的:

1. 使学生掌握抽象代数的基本概念, 基本理论, 基本方法, 受到代数学的基本训练。
2. 培养学生数学的思维方式, 为进一步学习高阶抽象代数学打基础。

内容提要: 下面打*部分为选学内容

一、引言 (2 学时)

抽象代数的研究对象, 群、环、域、模的概念, 例子及简单性质。

二、群 (20 学时)

群的典型例子, 子群, 陪集, Lagrange 定理, 正规子群和商群, 群的同构与同态, 群的直积, 群同态基本定理, 循环群, 换位子群, 可解群, 单群, 群的自同构, 群在集合上的作用, Cayley 定理, 共轭类, p -群, 轨道-稳定子定理, Sylow 定理, 有限 Abel 群的结构, 群的合成列, 对称群, 交错群, 一般线性群及特殊线性群, *自由群, *群的定义关系, *单群分类简介, *群的表示论和例子, *Schur 引理, *特征标理论。

三、环 (6 学时)

环的类型和例子, 域的特征, 子环和理想, 商环, 环同态基本定理, 环的直和, 中国剩余定理, 素理想和极大理想, 除环, 四元素除环的构造, 域的构造, *分式域, 唯一因子分解整环, 主理想整环, Euclid 整环, 唯一因子分解整环上的多项式环。

四、模论 (4 学时)

模的定义与例, 子模与商模, 模的直和, 不可约模, 不可分解模, 模的同态与同构, 主理想整环上的有限生成模,

五、域扩张 (14 学时)

域扩张, 有限扩张, 代数扩张, 单扩张, 分裂域, 正规扩张, 有限域, 可分扩张, 域扩张的自同构, Galois 群, Galois 理论, *尺规作图、*倍立方、*三等分角问题, *代数方程可根式解问题、无穷扩张的 Galois 理论。

教学方式: 每周授课 3+1 学时

教材与参考书:

- | | | | | |
|---|---------|---------|---------------|--------|
| 抽象代数 I | 赵春来、徐明曜 | 北京大学出版社 | 9787301141687 | 2008 年 |
| 抽象代数 II | 赵春来、徐明曜 | 北京大学出版社 | 9787301085288 | 2008 年 |
| 抽象代数基础 | 丘维生 | 高等教育出版社 | | 2003 年 |
| 代数学方法 (第一卷) | 李文威 | 高等教育出版社 | | 2018 年 |
| 代数学引论 | 聂灵沼、丁石孙 | 高等教育出版社 | | 2000 年 |
| Abstract Algebra, D. Dummit, R. Foote 3 rd edition | | | | |

学生成绩评定方法: 作业 14%, 小论文 6%, 期中考试 30%, 期末考试 50%。

课程修订负责人: 肖梁

课程号: 00137972

课程名称: 代数学(实验班) II/Algebra II

开课学期: 春

学分: 3

先修课程: 代数学 I(实验班)

基本目的:

1. 使学生掌握代数的基本概念, 基本理论, 基本方法, 受到代数学的基本训练。2. 培养学生数学的思维方式, 为进一步学习代数几何打基础。

内容提要: 下面打*部分为选学内容

一、交换环与模(6学时): 模、子模与商模, 素理想与极大理想, 素谱的定义; 诣零根与 Jacobson 根, 理想的根, 素理想回避引理, Nakayama 引理; 复形与正合列, 加性函子, (左/右) 正合函子, 投射对象, 内射对象, Baer 判别, 导出函子初步, 蛇形引理, 五引理。

二、局部化与张量积(6学时): 局部化定义与泛性质, 局部化的正合性; 张量积的定义、构造与泛性质, 系数扩张, Hom 与张量积的伴随性质, 张量积的右正合性, 平坦模的定义与等价刻画, 平坦模的局部化; 平坦模与 Tor 的关系, 自由模、投射模与平坦模的关系, 平坦态射的 going-down 性质;

三、Noether 模与 Artin 模(4学时): 升链与降链条件的定义, Noether 模与 Artin 模的定义, Noether 模的基本性质, 反例, 合成列的定义与性质, 有限长度模, 长度, Noether 模的商与局部化, Hilbert 基定理, 弱 Hilbert 零点定理, Krull 维数, Noether 环与 Artin 环的关系, Artin 环的结构定理, Artin 局部环, 模的支撑与相关素理想;

四、整性(3学时): 整性定义与刻画, 整扩张与整闭包, 整扩张的 going-up 与 going-down, 整环的局部化;

五、赋值环(4学时): 完全有序阿贝尔群, 赋值环, 赋值环的 7 种等价刻画, 赋值环的维数与秩, 离散赋值环, 赋值环的例子, 赋值环的基本性质; 赋值环的构造, Hilbert 零点定理, 离散赋值环的性质与刻画, Dedekind 整环, 分式理想, 可逆分式理想, 理想类群, 唯一分解定理。

六、完备化(5学时): 拓扑群, 完备化的两种定义, 逆向极限, 完备化的正合性, (稳定) I-滤链, I-进拓扑; 分次环, 齐次素理想, 射影空间, (稳定) I-滤链判别方法, Artin-Rees 引理, 张量积与完备化, Krull 定理, Noether 环的完备化。

七、维数理论(5课时): 理想的高度, Hilbert 多项式, Poincare 级数, Hilbert-Serre 定理, 维数与 Poincare 级数的关系, Krull 主理想定理, 正则局部环的定义与结构性定理;

八、范畴初步(2课时): 范畴的定义与基本例子, 子范畴, (反变) 函子的定义与基本例子, 自然变换, Yoneda 引理, 阿贝尔范畴介绍, 嵌入定理; Kan 扩张的定义*, Kan 扩展的存在性*, 极限与余极限*, 左右伴随*。

九、导出函子(7课时): 复形范畴, 奇异链复形, 上同调函子, 闭链与边界, 正合列, 同伦等价, 正合函子, Hom 函子, 上同调 δ 函子; 投射消解与内射消解的定义, 消解的存在性与唯一性(同伦意义下), Horseshoe 引理, 导出函子的定义, 导出函子的性质; acyclic 对象, acyclic 消解, 泛上同调 δ 函子, 平衡性质, Tor 与 Ext 的定义与基本性质; Tor 计算, Ext 的计算, 障碍, 双复形, 双复形的上同调, Cartan-Eilenberg 消解*, 超导出函子*;

十、谱序列(4课时): 谱序列的定义, 有界条件, 收敛, 双复形的谱序列, 滤过复形的谱序列; 边界态射, 谱序列的计算与应用, Grothendieck 谱序列。

教学方式: 每周授课 3+1 学时

教材与参考书: 1、李文威, 代数学方法(第一卷), 高等教育出版社, 2019。

2、李文威, 代数学方法(第二卷), 网络版参见 <https://wwli.asia/index.php/zh/books-item-zh>

3、M.F. Atiyah and I.G. MacDonald, Introduction to Commutative Algebra, Addison-Wesley, 1969.

4、H. Matsumura, Commutative Algebra, Second Edition, W.A. Benjamin Co., New York, 1980

学生成绩评定方法: 作业 20%, 期中考试 30%, 期末考试 50%。 课程修订负责人: 阳恩林

课程号: 00131300

课程名称: 概率论

开课学期: 春/秋

学分: 3

先修课程: 数学分析, 高等代数

基本目的:

- 1、对随机现象有充分的感性认识和比较准确的理解。
- 2、联系实际问题的, 初步掌握处理不确定性事件的理论和方法。
- 3、准确掌握一些基本概念。

内容提要:

一、事件与概率 (5 学时)

样本空间与随机事件

古典概型 几何概型

概率空间 概率的性质

二、条件概率与独立性 (5 学时)

条件概率 乘法公式 全概率公式 Bayes 公式

独立性 概率模型举例

三、随机变量与概率分布 (10 学时)

一维随机变量定义及其分布刻画

随机向量的分布刻画、随机变量的独立性

条件分布和条件密度

随机变量及随机向量的函数及其分布

四、数学期望与方差 (12 学时)

数学期望 方差 协方差与相关系数

条件数学期望与最佳预测

概率母函数 特征函数

多元正态分布

五、概率极限理论 (12 学时)

随机变量的四种收敛定义

弱大数定律 强大数定律 Borel-Cantalli 引理 中心极限定理

随机变量四种收敛的相互关系

教学方式: 每周授课 3 学时

教材与参考书:

- 1、李贤平,《概率论基础》(第三版), 高等教育出版社, 2010
- 2、汪仁官, 概率论引论, 北京大学出版社 1994
- 3、何书元, 概率论, 北京大学出版社 2005
- 4、Sheldon Ross, A first course in probability (10th edition), 2020
- 5、J. Pitman, "Probability", 世界图书出版公司, 2009
- 6、钱敏平、叶俊, 随机数学, 高等教育出版社, 2004

成绩评定方法: 由主讲老师定, 建议 作业 20%, 半期考 20%, 期考 60%。

课程修订负责人: 任艳霞

课程号: 00136780

课程名称: 概率论(实验班)

开课学期: 春

学分: 3

先修课程: 数学分析, 高等代数

基本目的:

- 1、对随机现象有充分的感性认识和比较准确的理解。
- 2、准确理解极限定理, 掌握重点定理的证明, 并会灵活运用。
- 3、通过增加习题的量和难度, 提高对知识的掌握程度和运用知识解决问题的能力

内容提要:

一、事件与概率

样本空间与随机事件 概率论简史 古典概型
几何概型 概率空间 事件域 概率的性质

二、条件概率与统计独立性

条件概率 乘法公式 全概率公式 贝叶斯公式
独立性 伯努利试验与直线上的随机游动
二项分布的泊松逼近 泊松过程初步

三、随机变量与分布函数

补充必要的实变函数知识(主要是勒贝格积分的定义和最基本的性质)
随机变量 分布函数 随机向量的分布
随机变量和随机向量的独立性 随机变量函数的分布 随机向量函数的分布

四、数字特征与特征函数

数学期望 Stieltjes 积分简介(选讲) 方差 切比雪夫不等式 协方差与相关系数
母函数 随机个随机变量之和的母函数
复随机变量 特征函数 逆转公式 唯一性定理
分布函数的再生性(选讲) 多元特征函数 连续性定理 多元正态分布

五、概率极限理论

大数定律和中心极限定理的简单历史和表述
伯努利试验场合的大数定律和中心极限定理
分布函数弱收敛 正极限定理 逆极限定理 连续性定理
独立同分布场合的大数定律和中心极限定理
Borel-Cantelli 引理 强大数定律 林德贝格-费勒定理

教学方式: 每周授课 3 学时

教材与参考书:

1. 李贤平,《概率论基础》(第二版), 高等教育出版社, 1997
2. 李贤平, 陈子毅,《概率论基础学习指导书》, 高等教育出版社, 2011
3. 何书元, 概率论, 北京大学出版社 2005
4. Kai Lai Chung,《概率论教程》(英文版, 第三版), 机械工业出版社, 2013
5. Geoffrey Grimmett and David Stirzaker,《Probability and random processes(third edition)》, Oxford University Press, 2001

成绩评定方法: 由主讲老师定, 建议作业 20%, 半期考 30%, 小考 20%, 期考 30%。

课程修订负责人: 葛颢

课程号: 00132340

课程名称: 常微分方程

开课学期: 春

学分: 3

先修课程: 数学分析、高等代数、解析几何

基本目的: 常微分方程是综合性大学数学系各专业的重要基础课,也是应用性很强的一门数学课。本课程的目的 是学习和掌握常微分方程的基本知识,并为后行课(数理方程、微分几何、泛函分析等)作好准备;通过穿插的实例(特别是在历史上成功地利用微分方程解释实际现象的著名范例)培养学生利用数学理论解决实际问题的意识和初步能力。

内容提要:

一、基本概念(1 学时)

微分方程及其解的定义,解的几何解释

二、初等积分法(10 学时)

恰当方程,变量分离的方程,齐次方程、伯努里方程、黎卡提方程,积分因子法,一阶线性方程,一阶隐式微分方程的解法,Clairaut 方程

三、存在唯一性定理(12 学时)

Lipschitz 条件, Picard 迭代序列, Picard 定理, Peano 定理,解的最大存在区间,解的延伸定理,解对初值和参数的连续依赖性定理,连续可微性定理,对初值和参数的导数满足的微分方程,奇解的存在性

四、线性方程组(10 学时)

解的线性相关、线性无关,齐次方程组解的结构,基本解矩阵, Wronsky 行列式, Liouville 公式,常数变易法,解的通解公式;常系数线性方程组和常系数高阶线性方程的解法,矩阵指数函数 $\exp(Ax)$,待定指数函数法。

五、非线性高阶微分方程(7 学时)

首次积分的定义和性质,首次积分的存在性,数学摆,二体问题。

六、幂级数解法(3 学时)

Cauchy 定理,幂级数解法,

七、边值问题(5 学时)

Sturm 比较定理,二阶方程解的振动性的判别, Sturm-Liouville 边值问题:特征值,特征函数,特征函数的正交性

教学方式: 每周授课 3 学时

教材与参考书:

- 1、柳彬,常微分方程,北京大学出版社
- 2、丁同仁,李承治:常微分方程教程,高等教育出版社。
- 3、王高雄、周之铭、朱思铭、王寿松:常微分方程(第二版),高等教育出版社。
- 4、叶彦谦:常微分方程讲义(第二版),人民教育出版社。
- 5、M. Braun, Differential Equations and Their Applications, Springer-Verlag.
- 6、E. L. Ince, Ordinary Differential Equations, Dover, New York.
7. E. A. Coddington, N. Levinson, Theory of Ordinary Differential Equations, McGraw Hill. New York. 1955.
8. V. I. Arnold, Ordinary Differential Equations, Springer-Verlag, 1992

学生成绩评定方法: 期中考试 30%, 期末考试 60%, 平时成绩 10%。

课程修订负责人: 柳彬

课程号: 00137991

课程名称: 常微分方程 (实验班)

开课学期: 春

学分: 3

先修课程: 数学分析、高等代数、解析几何

基本目的: 常微分方程是综合性大学数学系各专业的重要基础课,也是应用性很强的一门数学课。本课程的目的学习和掌握常微分方程的基本知识,并为后行课(数理方程、微分几何、泛函分析等)作好准备;通过穿插的实例(特别是在历史上成功地利用微分方程解释实际现象的著名范例)培养学生利用数学理论解决实际问题的意识和初步能力。

内容提要:

一、基本概念 (1 学时)

微分方程及其解的定义,解的几何解释

二、初等积分法 (8 学时)

恰当方程,变量分离的方程,齐次方程、伯努里方程、黎卡提方程,积分因子法,一阶线性方程,一阶隐式微分方程的解法,Clairaut 方程

三、存在唯一性定理 (12 学时)

Lipschitz 条件, Picard 迭代序列, Picard 定理, Peano 定理,解的最大存在区间,解的延伸定理,解对初值和参数的连续依赖性定理,连续可微性定理,对初值和参数的导数满足的微分方程,奇解

四、线性方程组 (11 学时)

解的线性相关、线性无关,齐次方程组解的结构,基本解矩阵, Wronsky 行列式, Liouville 公式,常数变易法,解的通解公式;常系数线性方程组和常系数高阶线性方程的解法,矩阵指数函数 $\exp(Ax)$,待定指数函数法, Floquet 理论

五、非线性高阶微分方程 (6 学时)

首次积分的定义和性质,首次积分的存在性,数学摆,二体问题。

六、幂级数解法 (3 学时)

Cauchy 定理,幂级数解法,

七、边值问题 (5 学时)

Sturm 比较定理,二阶方程解的振动性的判别, Sturm-Liouville 边值问题:特征值,特征函数,特征函数的正交性

教学方式: 每周授课 3 学时

教材与参考书:

- 1、柳彬,常微分方程,北京大学出版社
- 2、丁同仁,李承治:常微分方程教程,高等教育出版社。
- 3、王高雄、周之铭、朱思铭、王寿松:常微分方程(第二版),高等教育出版社。
- 4、叶彦谦:常微分方程讲义(第二版),人民教育出版社。
- 5、M. Braun, Differential Equations and Their Applications, Springer-Verlag.
- 6、E. L. Ince, Ordinary Differential Equations, Dover, New York.
- 7、E. A. Coddington, N. Levinson, Theory of Ordinary Differential Equations, McGraw Hill. New York. 1955.
- 8、V. I. Arnold, Ordinary Differential Equations, Springer-Verlag, 1992

学生成绩评定方法: 期中考试 30%, 期末考试 60%, 平时成绩 10%。

课程修订负责人: 柳彬

课程号: 00132320

课程名称: 复变函数

开课学期: 春季

学分: 3

先修课程: 数学分析、高等代数

基本目的: 复变函数是为数学学院各个专业开设的一门重要基础课。通过课程学习使得同学理解和掌握复变函数的基本理论, 进一步加强对数学抽象思维, 逻辑推理和计算能力的训练, 体会复变函数所表现的数学理论的优美之处, 了解复变函数理论的相关应用。

内容提要:

一. 复数及扩充复平面 (约 5 学时)

复数的表示和运算, 复平面的完备性, 复变量, 圆和直线方程及其对称点, 扩充复平面, 复值连续函数。

二. 解析函数定义及基本性质 (约 6 学时)

复函数关于复变量的导数, 导数的几何意义, Cauchy-Riemann 方程, 单连通区域上处处不为零的解析函数的对数和根式, 分式线性变换, 初等解析函数, 简单 Riemann 面。

三. Cauchy 定理和 Cauchy 公式 (约 7 学时)

路径积分, Green 公式与 Cauchy 定理, Cauchy 公式, 解析函数局部幂级数展开的存在性, 幂级数的简单应用, 解析函数的零点孤立性和解析函数唯一性定理, Morera 定理, 平均值定理, 最大模原理和 Schwarz 引理, 单位圆盘的解析自同胚群, 非欧几何简介。

四. Laurent 级数 (约 6 学时)

环形区域上解析函数的 Laurent 级数, 孤立奇点分类, 亚纯函数, 复平面和扩充复平面的解析自同胚群。

五. 留数定理和辐角原理 (约 6 学时)

留数定义及其计算, 幅角原理, Rouché 定理, 解析函数的零点个数估计, 单叶解析函数性质, 解析函数的开映射定理, 利用留数定理计算某些特殊定积分。

六. 解析开拓 (约 6 学时)

解析开拓的幂级数方法, 延曲线的解析开拓, 解析开拓与路径的关系, 单值性定理, 对称原理。

七. Riemann 映射定理 (约 5 学时)

正规族和 Montel 定理, Riemann 映射定理。

八. 调和函数简介 (约 3 学时)

Poisson 公式, 次调和函数, Dirichlet 问题。

教学方式: 每周授课 3 学时

教材与参考书:

1) 谭小江, 伍胜健: 复变函数简明教程, 北京大学出版社。

2) 龚升: 简明复分析. 北京大学出版社。

3) Ahlfors, L. V.: Complex Analysis, 3rd ed. McGraw-Hill. New York. 1979.

学生成绩评定方法: 作业 10%, 期中考试 40%, 期末考试 50%。

课程修订负责人: 关启安

课程号: 00137993

课程名称: 复变函数 (实验班)

开课学期: 春季

学分: 3

先修课程: 数学分析、高等代数

基本目的: 复变函数是为数学学院各个专业开设的一门重要基础课。通过课程学习使得同学理解和掌握复变函数的基本理论, 进一步加强对数学抽象思维, 逻辑推理和计算能力的训练, 体会复变函数所表现的数学理论的优美之处, 了解复变函数理论的相关应用。

内容提要:

一. 复分析的预备知识 (约 5 学时)

1. 复数和复平面, 完备性, 扩充复平面 2. 复平面上的函数: 连续函数 全纯函数 幂级数 3. 复导数, 导数的几何意义, Cauchy-Riemann 方程 4. 曲线积分

二. Cauchy 定理及其应用和幂级数 (约 12 学时)

1. Goursat 定理 2. 原函数的局部存在性, Cauchy 定理, 全纯函数的局部幂级数展开 3. 一些积分的估计 4. Cauchy 积分公式 5. 应用: 全纯函数的唯一性定理, 平均值定理, 最大模原理, Morera 定理, 全纯函数的收敛, 单连通区域上的全纯函数, Schwarz 反射原理, Runge 逼近定理, 全纯函数的解析延拓, 单值性定理

三. 亚纯函数及其对数 (约 12 学时)

1. Laurent 级数, 零点和极点 2. 留数公式 3. 孤立奇点的分类和亚纯函数 4. Rouché 定理, 辐角原理 5. 同伦和单连通区域, 复对数 6. 全纯函数的开映射定理 7. 调和函数: Poisson 核与 Poisson 积分

四. 整函数 (约 6 学时)

1. Jensen 公式 2. 有限级函数 3. Weierstrass 无穷乘积 4. Hadamard 分解定理

五. 共形映射 (约 9 学时)

1. 共形等价性 2. Dirichlet 问题 3. Schwarz 引理; 4. 圆盘和上半平面的自同构 5. Montel 定理 6. Riemann 映照定理 7. Schwarz-Christoffel 积分 8. Riemann 映射定理边界行为

剩余学时可以选择选讲内容

选讲 傅里叶变换

1. 类 2. 类上的傅里叶变换 3. Paley-Wiener 定理

选讲 Gamma 函数和 Zeta 函数

1. Gamma 函数: 解析延拓, Gamma 函数的性质 2. Zeta 函数: 函数方程和解析延拓

选讲 Zeta 函数和素数定理

1. Zeta 函数的零点: 的估计 2. 函数和的约化: 的渐进性质的证明, 求和的可交换性的注记

选讲 函数的应用

1. 雅可比函数的乘积公式 2. 生成函数 3. 平方和定理: 二平方和定理, 四平方和定理

附录 A: 渐近性

1. Bessel 函数 2. Laplace 方法; Stirling 公式 3. Airy 函数 4. 配分函数

附录 B: 单连通性和 Jordan 曲线定理

1. 单连通性的等价公式 2. Jordan 曲线定理: Cauchy 定理的一般形式的证明

教学方式: 每周授课 3 学时

教材与参考书:

- 1) 谭小江, 伍胜健: 复变函数简明教程, 北京大学出版社。
- 2) Stein, E. M.: Complex Analysis, Princeton University Press. New Jersey. 2003.
- 3) 龚升: 简明复分析, 北京大学出版社。
- 4) Ahlfors, L. V.: Complex Analysis, 3rd ed. McGraw-Hill. New York. 1979.

学生成绩评定方法: 作业 10%, 期中考试 40%, 期末考试 50%。

课程修订负责人: 关启安

课程号: 00130200

课程名称: 数学模型

开课学期: 春

学分: 3

先修课程: 数学分析、高等代数

基本目的: 通过典型数学模型和算法分析,使学生基本掌握运用数学知识建立数学模型来解决实际问题的基本技能。注重实际能力的培养,要求学生具备一定的实际建模能力,提高学生的综合素质。

内容提要:

第一章:序言 (2 课时)

第二章:线性规划模型 (8 课时)

2.1 线性规划模型建立和标准化

2.2 单纯形法

2.3 线性规划相关问题

2.4 整数规划和分枝定界法

第三章:动态规划模型与 DNA 序列联配 (Alignment) . (4 课时)

3.1 动态规划模型和求解过程

3.2 动态规划应用举例 (生产计划和 DNA 序列联配)

第四章:图论模型 (6 课时)

4.1 图论简介

4.2 最大流问题

4.3 关键路径分析

第五章:种群生态学 (Population Dynamics) (2 课时)

第六章:传染病模型 (2 课时)

第七章:马氏模型与隐马氏模型 (10 课时)

7.1 马氏模型及其应用 ()

7.2 隐马氏模型及其理论

第八章:分类模型 (10 课时)

8.1 人工神经网络模型 (ANN)

8.2 决策树 (Decision Tree)

8.3 判别分析 (LDA)

8.4 支持向量机

第九章:随机模拟 (4 课时)

第十章:奇异值分解及其应用 (2 课时)

第十一章:层次分析方法 (2 课时)

教学方式: PPT+板书,每周授课 3 学时

教材与参考书:

- 1、雷功炎:数学模型讲义,北京大学出版社,1999。
- 2、姜启源:数学模型,高等教育出版社,1987 第一版,1993 第二版,2003 第三版。
- 3、刘来福:曾文艺,数学模型与数学建模,北京师范大学出版社,1997 第一版,2002 第二版。
- 4、谭永基,俞文(鱼此):数学模型,复旦大学出版社,1997。
- 5、王树禾:数学模型基础,中国科学技术大学出版社,1996。
- 6、W. F. Lucas:微分方程模型,国防科技大学出版社,1988。
- 7、W. F. Lucas:生命科学模型,国防科技大学出版社,1996。
- 8、W. F. Lucas:离散与系统模型,国防科技大学出版社,1996。
- 9、W. F. Lucas:政治及有关模型,国防科技大学出版社,1996。

学生成绩评定方法: 作业 20%, 笔试 30%, Project 50% (两人合写)。

课程修订负责人: 邓明华

课程号: 00131670

课程名称: 应用数学导论

开课学期: 春

学分: 3

先修课程: 数学分析, 线性代数

基本目的: 阐释应用书的基本理念和基本的手段, 通过具体的算法和分析手段强调与其基础数学的不同价值观, 使学生欣赏应用数学之美和适应应用数学的思维方式。

内容提要:

Lect1 Introduction

Part I: Basic numerics

Lect2 Lagrange and Newton Interpolation

Lect3 Spline interpolation

Lect4 Least squares fitting

Lect5 Numerical integration: basics

Lect6 Gaussian quadrature

Lect7 Adaptive integration and advanced topics

Lect8 Simple iteration methods for solving linear system

Lect9 Advanced iteration methods

Lect10 Eigenvalue problems

Lect11 BVP problem for ODE

Lect12 Newton's method for solving nonlinear equations

Lect13 FFT

Lect14 Basic Monte Carlo methods

Lect15 Metropolis algorithm

Lect16 Simulated annealing and genetic algorithm

Lect17 Stochastic Simulation Algorithm (SSA)

Part II: Basic asymptotics

Lect18 Laplace asymptotics

Lect19 Stationary phase approximation

Lect20 Regular perturbation method

Lect21 Method of averaging

Lect22 Singular perturbation method

教学方式: 上课 48 小时, 每周授课 3 学时。课后上机 6 小时, 平时作业。

教材与参考书:

1、张平文, 李铁军:《数值分析》, 北京大学出版社。

2、徐树方, 高立, 张平文:《数值线性代数》, 北京大学出版社。

学生成绩评定方法: 平时成绩 40%。期末考试 60%。

课程修订负责人: 胡俊

课程号:00137170

课程名称: 机器学习基础

开课学期: 春

学分: 3

先修课程: 计算方法、概率论与数理统计

基本目的: 该课程面向数学科学学院应用数学相关专业本科生开设, 旨在介绍机器学习的基本问题、方法、模型、算法和相关理论基础, 为学生进一步从事机器学习领域相关研究和应用提供基础。

内容提要:

一、机器学习简介 (2 学时)

二、计算学习理论 (16 学时)

- PAC 学习理论
- 有限假设空间
- Rademacher 复杂度
- VC 维
- 稳定性
- 非一致可学习性(Non-uniform Learnability)
- 偏差复杂性权衡(Bias-complexity Trade-off)
- 无免费午餐定理
- 结构风险最小化
- 模型选择

三、模型与算法 (18 学时)

- 线性与广义线性模型
- 凸学习模型
- 决策树
- 随机梯度下降法
- 支持向量机与核方法
- 神经网络学习
- 贝叶斯分类
- 集成学习
- 概率图模型初步

四、专题选讲 (12 学时)

- 多类别分类
- 聚类
- 降维与度量学习
- 特征选择与稀疏学习
- 排序(Ranking)
- 强化学习

教学方式: 每周授课 3 学时

教材与参考书:

教材

周志华. 《机器学习》, 清华大学出版社, 2016.

参考书:

[1] Shai Shalev-Schwartz, Shai Ben-David. Understanding Machine Learning: From Theory to Algorithms, Cambridge University Press, 2014.

[2] Mehryar Mohri, Afshin Rostamizadeh, and Ameet Talwalkar. Foundations of Machine Learning, 2nd edition, MIT Press, 2018.

[3]周志华, 王魏, 高尉, 张利军. 《机器学习理论导引》, 机械工业出版社, 2020

学生成绩评定方法: 平时作业 40%+期末考试 60%。

课程修订负责人: 牟克典

课程号: 00137150

课程名称: 并行与分布式计算基础

开课学期: 秋

学分: 3

先修课程: 计算概论, 数据结构与算法, 机器学习基础。

基本目的: 本课程主要面向北京大学数学科学学院数据科学与大数据技术专业的三年级本科生。通过本课程的学习, 学生将对并行与分布式计算的基础理论、编程方法及其与数据科学结合的相关技术有较为系统性的了解, 从而提高学生从事大数据算法设计、编程与应用等的相关能力。

内容提要:

1. 预备知识: 2 学时
2. 高性能计算编程与开发环境: 3 学时
3. 当代高性能处理器架构: 3 学时
4. 程序的性能优化基础: 2 学时
5. 程序的性能优化实践: 2 学时
6. 并行计算模型与框架: 3 学时
7. 多线程并行编程 (1): 2 学时
8. 多线程并行编程 (2): 2 学时
9. 分布式并行编程 (1): 2 学时
10. 分布式并行编程 (2): 2 学时
11. 大数据的分布式处理技术 (1): 2 学时
12. 大数据的分布式处理技术 (2): 2 学时
13. 众核处理器编程: 3 学时
14. GPU 编程基础 (1): 2 学时
15. GPU 编程基础 (2): 2 学时
16. GPU 与大数据: 3 学时
17. GPU 与深度学习: 3 学时
18. 若干前沿问题选讲 (1): 2 学时
19. 若干前沿问题选讲 (2): 2 学时
20. 课程总结与作业展示 (1): 2 学时
21. 课程总结与作业展示 (2): 2 学时

教学方式: 课堂讲授占 80%, 报告展示和讨论占 20%

教材与参考书:

1、D. Kirk, W. Hwu: Programming Massively Parallel Processors: A Hands-on, Morgan Kaufmann, 2016.

2、G. Hager, G.: Introduction to High Performance Computing for, CRC Press. 2010.

学生成绩评定方法: 平时作业 50 %, 大作业 50%。

课程修订负责人: 杨超

课程号: 00132370

课程名称: 实变函数

开课学期: 秋

学分: 3

先修课程: 数学分析

基本目的: 以 Lebesgue 测度与 Lebesgue 积分理论为核心内容, 为学生提供近代分析的基础知识和基本训练, 提高分析论证能力。

内容提要:

1. 集合与欧氏空间的点集 (9 课时)
 - 1) 集合, 集合列的 (上、下) 极限集
 - 2) 集合的基数, 可数集, 连续基数
 - 3) 欧氏空间, Borel 集, Cantor 集
2. Lebesgue 测度 (8 课时)
 - 1) Lebesgue 外测度
 - 2) 可测集及其性质
 - 3) 可测集与 Borel 集的关系
 - 4) 不可测集介绍
3. 可测函数与可测函数列的收敛 (8 课时)
 - 1) 可测函数及其运算
 - 2) 几乎处处收敛与依测度收敛, Е г о р о в 定理
 - 3) Л у з и н 定理
4. Lebesgue 积分 (12 课时)
 - 1) 非负可测函数的积分, Levi 引理, Fatou 引理
 - 2) 一般可测函数的积分, 积分的绝对连续性, Lebesgue 控制收敛定理
 - 3) 积分平均连续性。
 - 4) Lebesgue 积分与 Riemann 积分的关系, Riemann 可积函数的充分必要条件
 - 5) 重积分与累次积分, Fubini 定理
5. 微分与积分的关系 (6 课时)
 - 1) 单调函数几乎处处可微
 - 2) 有界变差函数
 - 3) 变上限积分, 绝对连续函数, 微积分基本定理。
6. L_p 空间 (8 课时)
 - 1) L_p 空间, Hölder 不等式, Minkowski 不等式
 - 2) L_p 空间中的收敛与完备性, 可分性, 平均连续性
 - 3) L_2 空间的内积, 正交系与广义 Fourier 级数, Bessel 不等式与 Parseval 等式

教学方式: 每周授课 3 学时

教材与参考书:

周民强: 实变函数论, 北京大学出版社, 2008 年 5 月

徐森林: 实变函数论, 中国科技大学出版社, 2002 年 2 月

学生成绩评定方法: 考试加平时成绩 (作业 20%+期中考试 30%+期末考试 50%)。

课程修订负责人: 周斌

课程号: 00137970

课程名称: 实变函数 (实验班)

开课学期: 秋

学分: 3

先修课程: 数学分析

基本目的: 以 Lebesgue 测度与 Lebesgue 积分理论为基本内容, 结合在这些内容在分析, 几何, 方程等其他方面的应用, 为学生提供近代分析的基础知识和基本训练, 提高分析论证能力。

内容提要:

1. 集合与欧氏空间的点集 (4 课时)
 - 1) 集合, 集合列的 (上、下) 极限集
 - 2) 集合的基数, 可数集, 连续基数
 - 3) 欧氏空间, Borel 集, Cantor 集, Baire 纲定理
2. Lebesgue 测度 (6 课时)
 - 1) Lebesgue 外测度
 - 2) 可测集及其性质
 - 3) 可测集与 Borel 集的关系, σ 代数
 - 4) 不可测集介绍
3. 可测函数与可测函数列的收敛 (8 课时)
 - 1) 可测函数及其运算
 - 2) 几乎处处收敛与依测度收敛,
 - 3) Littlewood 三原理, Egoroff 定理, Lusin 定理
 - 4) Brunn-Minkowski 不等式
4. Lebesgue 积分 (10 课时)
 - 1) 非负可测函数的积分, Levi 引理, Fatou 引理
 - 2) 一般可测函数的积分, 积分的绝对连续性, Lebesgue 控制收敛定理, 积分平均连续性
 - 3) Lebesgue 积分与 Riemann 积分的关系, Riemann 可积函数的充分必要条件
 - 4) 重积分与累次积分, Fubini 定理和 Tonelli 定理及应用
 - 5) Fourier 反演公式, L^2 函数的 Fourier 变换
5. 微分与积分的关系 (10 课时)
 - 1) 单调函数几乎处处可微
 - 2) Hardy-Littlewood 极大函数, Lebesgue 微分定理, 恒等逼近
 - 3) 有界变差函数
 - 4) 变上限积分, 绝对连续函数, 微积分基本定理
 - 5) Rademacher 微分定理
6. L^p 空间 (10 课时)
 - 1) L^p 空间, Holder 不等式, Minkowski 不等式
 - 2) L^p 空间中的收敛与完备性, 可分性, 平均连续性
 - 3) L^p 空间的对偶
 - 4) L^2 空间的内积, 正交系与广义 Fourier 级数, Bessel 不等式与 Parseval 等式
 - 5) 可求长曲线和等周不等式

教学方式: 每周授课 3 学时

教材与参考书:

周民强: 实变函数论, 北京大学出版社, 2008 年 5 月

徐森林: 实变函数论, 中国科技大学出版社, 2002 年 2 月

学生成绩评定方法: 考试加平时成绩 (作业 20%+期中考试 30%+期末考试 50%)。

课程修订负责人: 周斌

课程号: 00132310

课程名称: 微分几何

开课学期: 秋

学分: 3

先修课程: 数学分析、高等代数、常微分方程。

基本目的: 学习和掌握空间曲线和曲面论的基本知识, 培养学生的几何直观能力, 以及应用分析、代数等工具来研究、解决几何问题的能力。期待学生对局部坐标、度量和曲率概念有丰富而准确的理解, 为学习微分流形、黎曼几何等课程打好基础。

内容提要:

第一章: 预备知识 (约 2 学时)

R^3 中的几何结构: 平面反射, 旋转群, 平移群, 刚体运动群。 R^3 中的代数结构: 内积, 外积。

第二章: 曲线论 (约 6 学时)

- 1) 正则参数曲线, 可容许参数变换, 曲线的切线, 曲线的定向, 弧长公式和弧长参数。
- 2) 曲线的曲率, 曲线的单位切向量, 主法向量, 次法向量, Frenet 标架。
- 3) 曲线的挠率, Frenet 公式, 一般参数下曲率、挠率和 Frenet 公式的计算。
- 4) 曲线在一点处的近似曲线, 切触阶。
- 5) 曲线论基本定理及其证明。
- 6) 平面曲线的相对曲率, 平面曲线的等周不等式, 旋转指标定理。

第三章: 曲面的第一基本形式 (约 8 学时)

- 1) 正则参数曲面, 可容许的参数变换, 曲面的定向。
- 2) 曲面的切平面, 切向量, 法线, 单位法向量, 自然标架。
- 3) 曲面的第一基本形式, 切向量的长度和夹角, 曲面的面积。
- 4) 表面上的向量场, 表面上的参数曲线网。
- 5) 曲面间的可微映射, 可微映射诱导的切映射, 曲面间保长对应、保角对应。
- 6) 可展曲面的例子, 直纹面可展的条件, 可展面的分类, 可展面和平面的保长对应。

第四章: 曲面的第二基本形式 (约 12 学时)

- 1) 曲面的第二基本形式, 平面和球面的特征。
- 2) 曲面上沿切方向的法曲率, 渐近方向。
- 3) Gauss 映射, Weingarten 算子, 主曲率和主方向, 法曲率的 Euler 公式, 曲率线。
- 4) 主曲率和主方向的计算, 平均曲率和 Gauss 曲率。
- 5) 曲面在一点处的近似曲面, Dupin 标形。
- 6) 常 Gauss 曲率曲面, 常中曲率曲面, 极小曲面。

第五章: 曲面论基本定理 (约 8 学时)

- 1) 曲面的 Gauss 方程, Weingarten 方程, Christoffel 符号。
- 2) 一阶偏微分方程的可积性条件, 曲面不变量的 Gauss 方程, Codazzi 方程。
- 3) 曲面论基本定理: 存在性和唯一性。
- 4) Gauss 绝妙定理: Gauss 曲率在保持度量 (第一基本形式) 的变换下不变。Gauss 曲率为零的曲面一定是可展面。

第六章: 测地曲率和测地线 (约 10 学时)

- 1) 表面上的曲线, 测地曲率, 测地挠率, 测地曲率的 Liouville 公式。
- 2) 测地线, 测地线的微分方程, 弧长的第一变分, 测地线作为长度泛函的临界曲线。
- 3) 测地平行坐标系, 测地极坐标系, 常曲率曲面的第一基本形式。
- 4) Gauss-Bonnet 公式, 证明和应用。

教学方式: 每周授课 3 学时

教材与参考书:

- 1) 陈维桓: 微分几何初步, 北京大学出版社。
- 2) Do Carmo: Differential Geometry of Curves and Surfaces. Prentice-Hall 出版社。
- 3) 苏步青, 胡和生等: 微分几何, 高等教育出版社。

学生成绩评定方法: 平时成绩 20%, 期中考试 30%, 期末考试 50%。

课程修订负责人: 马翔

课程号: 00132330

课程名称: 偏微分方程

开课学期: 秋

学分: 3

先修课程: 数学分析、线性代数

基本目的: 偏微分方程是让本科生了解三类基本方程, 即调和方程, 热方程, 波方程。了解这三类基本方程在物理方面的来源, 方程解的表示, 基本性质, 及经典解的一般存在性理论, 基本先验估计。本课程最后教授的 Sobolev 空间的相关知识如定义、嵌入定理和迹定理, 将给本科生进一步深入研究偏微分方程奠定基础。

内容提要:

第一章 调和方程。16 学时。

内容包括

用对称解求方程的基本解, 用 Stokes 公式求格林函数的存在性;

平均值公式;

第一边值解的格林表示;

极值原理, 强极值原理, C^0 - 模估计;

能量 Sobolev 模估计。

第二章 热方程。12 学时。

内容包括

傅利叶变换原理;

用傅利叶变换法求方程的基本解, 用分离变量法求格林函数的存在性;

柯西问题的格林表示;

极值原理; 能量 Sobolev 模估计。

第三章 波方程。12 学时。

内容包括

一维波的特征线法;

波的延拓法则;

高维波的平均法则;

分离变量法 ;

能量估计。

第四章 Sobolev 空间。8 学时。

内容包括

Sobolev 空间的定义;

嵌入定理;

迹定理。

教学方式: 每周授课 3 学时

教材与参考书:

- 1、周蜀林, 偏微分方程, 北京大学出版社.
- 2、姜礼尚、陈亚浙等, 数学物理方程讲义 (第一版和第二版), 高等教育出版社.
- 3、F. John, Partial Differential Equations, Fourth Edition, Springer-Verlag.
- 4、L. C. Evans, Partial Differential Equations, Berkeley Math. Lecture Notes, Univ. of California, Berkeley.
- 5、E. DiBenedetto, Partial Differential Equations, Birkhauser, Boston-Basel-Berlin.
- 6、陈恕行, 现代偏微分方程导论, 科学出版社.

学生成绩评定方法: 平时作业+考试

课程修订负责人: 王超

课程号: 00132350

课程名称: 泛函分析

开课学期: 春季

学分: 3

先修课程: 数学分析、线性代数、复变函数、实变函数

基本目的: 泛函分析是无穷维(线性)空间上的分析理论。它的主要内容是围绕无穷维线性空间及其上面的线性算子与线性泛函展开。泛函分析中许多概念和方法来源于经典分析。它撇开了具体经典分析问题的繁杂表面,抽象出问题的本质并在很一般的框架下进行分析讨论。这是一门内容丰富,结论深刻,并有广泛应用的重要基础课程。

内容提要:

一、空间理论(14 学时)

距离空间(2 学时),线性赋范空间(2 学时),内积空间(2 学时),Banach 空间与 Hilbert 空间(2 学时),

正交分解(2 学时),紧与列紧(2 学时),凸集与不动点(2 学时)。

二、线性算子与线性泛函(26 学时)

线性算子与线性泛函的概念(2 学时),Riesz 表示定理及其应用(2 学时),纲性定理(2 学时),

Hahn-Banach 定理(2 学时),开映象定理(2 学时),Banach 逆算子定理(2 学时),

共鸣定理及其应用(2 学时),闭图象定理(2 学时),共轭空间(2 学时),共轭算子(2 学时),

强收敛和弱收敛(2 学时),酉算子,对称算子(2 学时),线性算子的谱,谱半径(2 学时)。

三、紧算子与 Fredholm 算子(10 学时)

紧算子的基本性质(2 学时),Fredholm 算子的基本性质(2 学时),紧算子的谱理论(2 学时),

Fredholm 择一定律(2 学时),Hilbert-Schmidt 定理(2 学时)

教学方式: 每周授课 3 学时

教材与参考书:

1、张恭庆,林源渠:泛函分析讲义(上册),北京大学出版社。

2、K.Yosida: Functional Analysis, Springer-Verlag.

3、W. Rudin: Functional Analysis, McGraw-Hill.

4、A. E. Tay, D. C. Lay: Introduction to Functional Analysis, John Wiley & Sons.

5、H. G. Heuser: Functional Analysis, John Wiley & Sons.

6、F. Riesz, B. Sz-Nagy: Functional Analysis, Dover Publications.

学生成绩评定方法: 平时成绩(作业+课堂提问)15%,期中考试 25%,期末考试 65%。

课程修订负责人: 周斌

课程号: 00130161

课程名称: 拓扑学

开课学期: 秋

学分: 3

先修课程: 数学分析, 后半学期需要用到群的基本知识(抽象代数入门课程中会学到)

基本目的:

- 1、学习掌握一般拓扑学基本知识, 掌握在现代数学中广泛使用的拓扑语言。
- 2、学习掌握几何拓扑及代数拓扑入门知识, 用不变性、不变量讨论空间的拓扑分类。
- 3、培养拓展几何、拓扑的直观, 训练抽象思维及逻辑推理能力, 提高综合数学素养。

内容提要:

1、拓扑空间与连续性 (约 8 学时):

- 1) 拓扑空间及其中的常用概念, 度量拓扑, 子空间拓扑。
- 2) 连续映射的定义、判定及常用构造方法, 同胚映射。
- 3) 乘积空间。
- 4) 商空间, Mobius 带、射影平面等典型空间的定义及制作。

2、几个重要的拓扑性质 (约 12 学时):

- 1) 分离性(特别是 Hausdorff 性质)和可数性。
- 2) 度量化, Tietze 扩张定理、及 Urysohn 度量化定理。
- 3) 紧致性, 紧致空间的性质。乘积空间与紧致性, 商空间与紧致性。
- 4) 列紧性, 度量空间中紧致等价于列紧。
- 5) 连通性, 连通空间的性质, 连通分支。
- 6) 道路连通性, 道路分支。
- 7) 用拓扑性质判断空间的不同胚。

3、曲面 (约 5 学时):

- 1) 闭曲面, 紧致曲面, 可定向及不可定向曲面。
- 2) 曲面的连通和, 曲面的欧拉示性数。
- 3) 闭曲面及紧致带边曲面的分类定理结论, 曲面类型的判别。

4、同伦与基本群 (约 12 学时):

- 1) 映射的同伦, 道路的定端同伦, 道路类。
- 2) 基本群, 连续映射诱导的基本群同态, 基点对基本群的影响。
- 3) 圆周的基本群。
- 4) 空间的同伦等价, 形变收缩, 可缩空间, 基本群的同伦不变性。
- 5) 有限表出群简介。
- 6) van Kampen 定理, 圆束、闭曲面及 n 维球面基本群的计算。
- 7) 基本群应用的几个经典例子(代数基本定理的证明等)。

5、复叠空间 (约 6 学时):

- 1) 复叠映射, 复叠空间, 提升唯一性定理, 复叠空间的基本群。
- 2) 同伦提升定理, 映射提升定理。
- 3) 复叠变换, 正则复叠空间, 万有复叠空间。
- 4) 复叠空间的分类定理。

教学方式: 每周授课 3 学时, 共 48 学时(包括期中考试占用的学时)。

教材与参考书:

教材: 尤承业著: 基础拓扑学讲义, 北京大学出版社。

参考书: M. A. Armstrong 著, 孙以丰译: 基础拓扑学, 北京大学出版社。

J. R. Munkres 著, 罗嵩龄等译: 拓扑学基本教程, 科学出版社。

包志强著: 点集拓扑与代数拓扑引论, 北京大学出版社。

学生成绩评定方法: 平时成绩占 20%, 期中考试占 20%-30%, 期末考试占 50%-60%。平时成绩由交作业和出勤情况统计决定, 期中期末具体比例分配根据两次考试考卷的相对难度浮动。

课程修订负责人: 王家军

课程号: 00130190

课程名称: 微分流形

开课学期: 春

学分: 3

先修课程: 数学分析, 高等代数, 拓扑学

基本目的: 通过课程学习, 了解来自古典数学及物理学的微分流形例子, 掌握流形上的微积分的基本理论框架和技术。

内容提要: 打 (*) 号的部分为选讲内容, 如果课时紧张可能不会讲。

一、微分流形的基本概念和例子

微分流形的定义, 球面、射影空间、古典李群、齐性空间、Riemann 流形、复流形等例子, 光滑映射, 浸入与淹没, 光滑子流形, 单位分解定理。

二、向量场

切空间、余切空间, 向量场, 光滑流形的定向, 单参数变换群, Frobenius 定理, 切向量场的李导数, 李群及其李代数的基本概念, 微分流形上的联络、平行移动和协变微分, Riemann 流形的 Levi-Civita 联络, 测地线, (*) 联络的挠率和曲率。

三、外微分形式

张量代数, 外代数, 外微分形式, 外微分运算, 用 Pfaff 方程组表达的 Frobenius 定理, 李群的结构方程, De Rham 理论简介, 体积形式, 外微分形式的第一型和第二型积分, Stokes 定理, (*) Poincare 对偶定理, (*) Hodge 理论简介。

四、向量丛和主丛的联络

向量丛, (*) 主丛, 向量丛上的联络, (*) 主丛上的联络, (*) 联络的曲率张量, (*) 关于示性类的 Chern-Weil 理论简介。

教学方式: 每周授课 3 学时

教材与参考书:

1. 陈省身、陈维桓著: 微分几何讲义, 北京大学出版社。
2. 陈维桓著: 微分流形初步 (第二版), 高等教育出版社。
3. 白正国、沈一兵、水乃翔著: 黎曼几何初步 (前两章), 高等教育出版社。
4. 梅加强著: 流形与几何初步 (前三章), 科学出版社。
5. M. Spivak 著, 齐民友、路见可译: 流形上的微积分 (双语版), 人民邮电出版社。
6. B. A. Dubrovin, A. T. Fomenko, S. P. Novikov: Modern Geometry - Methods and Applications, Part I. The Geometry of Surfaces, Transformation Groups, and Fields, Springer.

学生成绩评定方法: 作业成绩+期末考试成绩。

课程修订负责人: 包志强

课程号: 00137914

课程名称: 微分流形与拓扑 (实验班)

开课学期: 秋

学分: 3

先修课程: 数学分析, 高等代数, 抽象代数

基本目的: 本课程系列旨在面向低年级本科生快速了解几何与拓扑的关键基础知识。希望通过授课, 平行展现几何与拓扑相关知识的联系。前序的几何学 I (实验班) 和几何学 II (实验班) 主题分别为“变换群几何与点集拓扑”和“曲线、曲面的空间微分几何与基本群”, 本课程主题为“一般维流形的上同调论”。学生通过完成这些课程, 将打好本科阶段几何、拓扑类的知识基础, 初步建立知识框架, 并且为后续专门化的课程 (纤维丛与示性类、同伦论、黎曼几何、辛几何、复几何) 做好准备。

内容提要: 数学科学学院面向中高年级本科生, 已开设微分流形、同调论两门课程, 但是低年级本科生不容易迅速接触。本课程作为实验班系列, 侧重选取其中强调讲解的核心内容, 扫除学习初期的障碍。它与上述两门课程的主要比较如下。

学院的微分流形课程包括: 微分流形及其相关结构、向量场的 Frobenius 定理*、de Rham 同构定理、Hodge 同构定理、向量丛的联络与协变导数* (与黎曼几何课程重叠); 同调论课程包括: 奇异同调论、上同调论、万有系数定理、上积与卡积*、Poincare 对偶定理、同调论的经典应用* (区域不变性、维数不变性、Jordan 闭曲线定理等)。本课程将简化处理其中标注星号的内容; 对于其余部分, 讲解并强调两侧的对照; 对于其中涉及分析细节的定理 (de Rham 和 Hodge), 尽可能完整展开证明。

课程计划:

第 1-2 周: 引论 (流形理论的发展回顾, 代数拓扑与微分拓扑的动机); 微分流形的定义、例子、构造方法; 切向量、向量场及其李导数

第 3-4 周: 余切向量、外微分形式及其运算; 切丛与余切丛的各种定义及其统一; 张量丛与张量场, 常见的例子

第 5-6 周: 从 Stokes 公式到 de Rham 同构定理; 各种同调与上同调的初步介绍; 奇异同调群及奇异上同调群的定义

第 7-8 周: 同调群的函子性质及同伦不变性; Mayer-Vietoris 序列; 胞腔剖分与计算举例

第 9-10 周: 万有系数定理; de Rham 同构定理的证明; 上同调的环结构 (上积) 简介

第 11-12 周: Poincare 对偶定理的陈述, 几种表现形态, 证明要点; Hodge 同构定理的陈述

第 13-14 周: Hodge 同构定理的证明

第 15-16 周: 与 Euler 示性数有关的一些定理, 主要是结果的介绍, 内容可包括 Hopf 指标公式、Morse 不等式、Gauss-Bonnet 定理等

教学方式: 每周授课 3 学时

教材与参考书:

7. 陈省身、陈维桓著: 微分几何讲义, 北京大学出版社。

8. 陈维桓著: 微分流形初步 (第二版), 高等教育出版社。

9. 白正国、沈一兵、水乃翔著: 黎曼几何初步 (前两章), 高等教育出版社。

10. 梅加强著: 流形与几何初步 (前三章), 科学出版社。

11. M. Spivak 著, 齐民友、路见可译: 流形上的微积分 (双语版), 人民邮电出版社。

12. B. A. Dubrovin, A. T. Fomenko, S. P. Novikov: Modern Geometry - Methods and Applications, Part I. The Geometry of Surfaces, Transformation Groups, and Fields, Springer.

学生成绩评定方法: 根据平时作业和期末闭卷考试评定, 比例 40%+60%, 或视具体情况而定

课程修订负责人: 刘毅

课程号: 00136870

课程名称: 群与表示

开课学期: 春

学分: 3

先修课程: 数学分析、高等代数、抽象代数

基本目的: 群与表示的理论与思想广泛地应用于数学及物理等自然科学的许多领域, 在数学研究及教育中的重要性是显而易见的。群论与表示也是数学中古老而极具活力的一个领域。其本身的理论不断的发展更新, 并且不断引发新的研究领域。本课程主要内容是介绍群论及表示论中所必知基本概念基本理论及思想。同时, 通过仿射代数群的理论, 介绍群论与其它数学分支的联系。本课程尽量减少必备的先修课程内容。

内容提要:

一、仿射线性代数群

本部分主要介绍仿射线性代数群的一些基本性质, 尤其是典型群的代数结构。仿射簇、Zariski 拓扑、希尔伯特基定理、希尔伯特零化定理(超平面)

- 1、一般线性代数群的定义、含 1 的不可约分支、典型群例
- 2、线性代数群在 1 处的切空间的李代数结构
- 3、具有 BN-pair 的群, 典型群的 Bruhat 分解
- 4、典型群的单性准则

二、*局部结构

许多数学领域中的问题研究得益于对某一个素数的局部化。在这一部分, 将介绍群论对于某一个素数的局部理论。局部结构是研究群论的有力工具。群论中的关于 p 的局部结构主要是指 p 子群及其正规化子。(本部分选学)

三、群的线性表示

本部分主要介绍群表示的基本概念和方法。

- 1、群表示的定义、模、特征标、子表示、不可约表示、张量积、
- 2、Schur 引理及其应用、特征标的正交关系、正则表示的分解、不可约特征标的个数、模的半单分解
- 3、群代数及其分解、群代数的中心、特征标的整性质
- 4、表示的诱导和限制, Frobenius 互反律, Mackey 不可约准则
- 5、线性代数群的表示与其正则函数环的表示的关系
- 6、表示与域的关系

四、特殊群的表示

本部分主要把前面的理论方法在一些具体群上实现。

- 1、 $SL(2, q)$ 的特征标表的计算
- 2、双中心化定理, Schur 对偶
- 3、 S_n 及 $GL(n, k)$ 的常表示简介

教学方式: 每周授课 3 课时

教材与参考书:

- 1、王杰 典型群引论
- 2、J.L. Alperin and R.B. Bell Groups and Representations
- 3、Bonnafé, Cédric Representations of $SL_2(\mathbb{F}_q)$. Algebra and Applications, 13. Springer-Verlag London, Ltd., London, 2011
- 4、Geck, Meinolf An introduction to algebraic geometry and algebraic groups. Oxford Graduate Texts in Mathematics, 20.
- 5、D.J. Robinson A course in the theory of groups
- 6、Serre, Jean-Pierre Linear representations of finite groups. Graduate Texts in Mathematics, Vol. 42.

学生成绩评定方法: 作业 20%, 期中考试 30%, 期末考试 50%。

课程修订负责人: 王立中

课程号: 00136880

课程名称: 数论基础

开课学期: 秋

学分: 3

先修课程: 数学分析、高等代数、抽象代数

基本目的: 介绍数论中的若干中心问题和基本思考方法。增加对于抽象代数中某些概念的感性认识。了解数论与其他分支的内在联系。

内容提要: 描述能够写成 x^2+ny^2 的素数是数论的一个经典问题，本课程将从这个问题出发，学习相关的数论内容。具体内容包括：

一、二次型理论

介绍整系数的二次型理论，包括约化型理论，二次型 Genus 理论，二次型的复合及类群等。

二、代数整数环初步

代数整数的概念和历史起源简介，欧氏环的定义和例子，因子分解唯一性不成立的代数整数环的例子，Fermat 方程和理想概念的引入，理想的一些基本运算规则，理想的范数和素理想的概念，理想分解的唯一性定理的简单介绍，理想类群的基本概念及其与因子分解性质的联系，有限域的概念以及有限域上的多项式环的简单讨论，讨论代数数域扩张的分歧理论。

三、虚二次域

介绍虚二次域 order 的相关理论，包括 order 的理想理论，order 的理想类群跟虚二次域广义理想类群的关系，order 的理想类群及跟二次型类群的关系。

四、类域论介绍及应用

定义 Artin 符号，并给出类域论的精确陈述（不涉及证明），讨论希尔伯特类域以及更一般的 ray 类域。讨论类域论跟互反律的关系，细致讲解二次互反律，三次互反律等。介绍 Chebotarve 密度定理。着重探讨这些理论如何应用到描述能够写成 x^2+ny^2 的素数。

教学方式: 每周授课 3 学时

教材与参考书:

1. David Cox: Primes of the form x^2+ny^2 : Fermat, class field theory and complex multiplication.

2. 华罗庚: 数论导引, 科学出版社。

学生成绩评定方法: 作业 20%，期中考试 30%，期末考试 50%。

课程修订负责人: 丁一文

课程号: 00136890

课程名称: 基础代数几何

开课学期: 春

学分: 3

先修课程: 无

基本目的: 了解代数几何中的若干经典问题与基本语言, 增加对于代数几何研究对象的感性认识, 看到代数概念在几何上的用处。

内容提要:

一、基本概念

仿射空间中的代数子集, 代数集的仿射坐标环, 仿射坐标环的一些代数性质, 有理函数的概念, 多项式映射与环同态之间的关系, 有理映射的概念, 射影空间和齐次坐标的概念, 射影空间中的线性子空间及其交会关系, 古典射影几何中的对偶原理, 射影空间中的代数子集, 射影代数子集之间的映射, 超曲面上的正则点和奇异点, 超曲面在正则点处的流形结构。

二、有理曲线与有理曲面

有理函数域与有理性的概念, 双有理等价的基本性质, 一维函数域的 Luroth 定理, 二次曲线以及二次超曲面的有理性, 某些三次曲线的非有理性的代数证明, 三次曲面上的 27 条直线的存在性, 三次曲面是有理曲面的证明, 有奇异点的三次曲线和三次曲面的有理性, 某些高次曲线的有理性, 某些高次超曲面的单向有理性。

三、Hilbert 零点定理

Hilbert 零点定理的各种形式, 多项式环中的理想与仿射空间中的代数子集之间的对应关系, 不可约代数子集与素理想, Hilbert 零点定理的证明, Hilbert 零点定理的各种应用, 射影空间中的代数子集与齐次理想之间的对应关系, 古典消元理论中的基本定理, 任意交换环的谱空间, Zariski 拓扑的基本概念, 维数的代数定义和基本性质, 环的局部化概念, 一维正则局部环与曲线的正则点。

四、平面代数曲线

切线与拐点的定义和求法, 三次曲线上的加法群结构, 平面代数曲线的对偶曲线的概念和例子, 结点和尖点的概念, 奇异点处局部环的代数性质, 曲线的相交数问题, Bezout 定理的陈述与证明, 平面曲线的亏格概念, 亏格的双有理不变性, 平面曲线的亏格公式, 代数曲线理论与 Riemann 曲面理论之间的关系, 三次曲线与椭圆函数以及椭圆积分之间的关系。

五、各种例子

直纹面的例子, 外代数的概念与 Grassmann 流形, Plucker 嵌入与 Plucker 二次关系式, 仿射代数群的基本概念。

六、线性系的语言

线性系的古典概念和例子, 由线性系来定义有理映射的方法, 线性系与线丛概念密切联系。

教学方式: 每周授课 3 学时

教材与参考书:

- 1、Joe Harris, Algebraic Geometry, A First Course, Springer-Verlag, GTM 133.
- 2、I. R. Shafarevich, Basic Algebraic Geometry I, II, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1977.
- 3、R. Hartshorne, Algebraic Geometry, Springer-Verlag, GTM 52.
- 4、M. Reid, Undergraduate Algebraic Geometry, London Mathematical Society Student Texts 12.

学生成绩评定方法: 作业 20%, 期中考试 30%, 期末考试 50%。

课程修订负责人: 蔡金星

课程号: 00135460

课程名称: 数理统计

开课学期: 秋

学分: 3

先修课程: 数学分析、高等代数、概率论

基本目的: 主要是通过教学,使学生掌握基本学科的基本概念和基本统计思想,具备使用常用的统计方法并结合利用先修课程中的数学、概率论知识来解决一些实际问题的能力,初步了解数理统计研究的新进展并初步建立统计思维方式。

内容提要:

第一部分: 绪论: 数理统计学简介, 数理统计的基本概念与研究对象 (2 学时)。

第二部分: 估计理论

1. 参数估计的方法: 最大似然估计, 矩估计, 估计的相合性 (2 学时)。
2. 估计的优良性标准: 一致最小方差无偏估计, 充分统计量, C-R 不等式 (4 学时)。
3. 置信区间: 正态分布情形下的几个典型问题, T 分布, 卡方分布, 枢轴量方法。(4 学时)。
4. 分布函数与密度函数的估计: 经验分布函数, 直方图, 核估计 (2 学时)。

第三部分: 假设检验

1. 问题的提法与基本概念: 功效函数, 两类错误, 无偏检验, UMP, UMPU (2 学时)。
2. N-P 引理及似然比检验法 (2 学时)。
3. 单参数情形 (指数族) 的几个典型假设检验问题 (3 学时)。
4. 广义似然比检验法 (3 学时)。
5. 拟合优度检验 (2 学时)。

第四部分: 线性模型与回归分析

1. 引言, 最小二乘法, 一元线性回归 (3 学时)。
2. 线性模型的参数估计 (3 学时)。
3. 线性模型的假设检验 (2 学时)。
4. 多元回归分析, 自变量的选择 (2 学时)。

第五部分: 试验设计与方差分析

1. 全面试验的方差分析: 单因素与多因素试验设计与方差分析 (4 学时)。
2. 可加模型与正交设计 (2 学时)。

第六部分: 序贯分析简介, 序贯概率比检验法 (2 学时)。

第七部分: 统计决策与贝叶斯统计简介 (2 学时)。

教学方式: 每周授课 3 学时

教材与参考书:

1. 陈家鼎等著: 数理统计学讲义, 高等教育出版社, 2006 (第 2 版)。
2. D. Freedman 等著, 魏宗舒等译: 统计学, 中国统计出版社, 1997。
3. 陈希孺著: 数理统计引论, 科学出版社, 1981。
4. E. Lehmann: Theory of Point Estimation, Wiley, 1983。
5. E. Lehmann: Testing Statistical Hypothesis, Wiley, 1986。

学生成绩评定方法: 作业 20%-30%, 期末考试 70%-80%。

课程修订负责人: 刘力平 周晓华

课程号: 00137992

课程名称: 数理统计 (实验班)

开课学期: 春

学分: 3

先修课程: 数学分析、高等代数、概率论

基本目的: 学习如何对随机样本进行科学的分析与处理, 包括如何有效地收集数据, 如何估计参数, 如何做检验, 如何研究变量之间的关系以及如何进行统计决策。通过教学, 使学生掌握本学科的基本概念和基本统计思想, 具备使用常用的统计方法并结合利用先修课程中的数学、概率论知识来解决一些实际问题的能力, 初步了解数理统计研究的新进展并建立统计思维方式。

内容提要:

一、 随机变量的分布与样本的基本性质 (10 学时)

1. 离散型和连续型分布, 指数分布族, 其他常见分布族
2. 常见的随机样本分布, 与正态相关的分布
3. (最小) 充分统计量, 完备统计量, 辅助统计量
4. 似然函数与最大似然原则

二、 估计 (12 学时)

1. 一致最小方差无偏估计
2. 最大似然估计与矩估计
3. 信息不等式, Cramer-Rao 下界
4. 分布函数与密度函数的估计: 经验分布函数, 直方图, 核估计

三、 假设检验与置信区间 (12 学时)

1. 问题的提法与基本概念: 功效函数, 两类错误, 无偏检验, UMP, UMPU
2. Neyman-Pearson 引理, 单调似然比检验
3. 广义 Neyman-Pearson 引理, 无偏与相似检验
4. 广义似然比检验, 拟合优度检验
5. 枢轴函数与置信区间

四、 贝叶斯统计 (7 学时)

1. 统计决策论简介
2. 主观概率, 先验和后验分布, 共轭分布族
3. 贝叶斯点估计、贝叶斯区间估计和检验
4. Gibbs 抽样, 经验贝叶斯

五、 大样本理论 (7 学时)

1. 各类随机收敛性
2. 大数定理与中心极限定理
3. 矩估计与最大似然估计的渐近性质

教学方式: 每周授课 3 学时

教材与参考书:

1. 陈家鼎等著: 数理统计学讲义, 高等教育出版社, 1993
2. 概率论与数理统计教程 (第三版), 茆诗松, 程依明, 濮晓龙, 2011, 高等教育出版社
3. Statistical Inference, 2nd Edition, George Casella and Roger Berger, 2001, Duxbury Press.
4. Introduction to Mathematical Statistics, 7th Edition, Robert Hogg, Allen Craig and Joseph McKean, 2012, Pearson.

学生成绩评定方法: 作业 20%, 期中考试 30%, 期末考试 50%。

课程修订负责人: 姚方

课程号: 00133090

课程名称: 应用随机过程

开课学期: 秋/春

学分: 3

先修课程: 数学分析, 高等代数, 概率论

基本目的: 准确认识和理解多个相互关联的随机事件, 能够运用所学知识来刻画和处理科学实践、经济管理和社会活动等领域的实际问题。

内容提要:

一、马氏链

马氏链的定义与例子; 不变分布与可逆分布的方程与计算;

首达时与强马氏性;

常返的定义及其基本判别;

正常返的定义, 正常返与不变分布的关系, (有界版本的)遍历定理;

强遍历定理的叙述与应用;

一维简单随机游动的反射原理, 首达时的分布, 反正弦律;

分支过程的定义, 求解灭绝概率。

二、跳过程

泊松过程的定义, 合并与细分, 复合泊松过程;

跳过程的经典例子, 构造与嵌入链, 转移概率与转移速率, 前进方程与后退方程;

常返, 正常返与不变分布, 可逆分布, (有界版本的)遍历定理, 强遍历定理, 骨架链;

排队系统的定义与性质。

三、布朗运动

定义与等价刻画, 构造, 转移密度, 格林函数, 前进与后退方程;

不变原理及其应用;

首达时, 强马氏性, 反射原理, 最大值, 轨道不可微, 零点集;

狄利克莱方程与泊松方程的解与应用, 常返性;

布朗桥的定义与等价刻画, 马氏性;

OU 过程的定义, 不变分布, 可逆性, 强遍历性;

随机积分的定义, 求解随机微分方程。

教学方式: 每周授课 3 学时

教材与参考书:

1. 《应用随机过程》, 钱敏平, 龚光鲁, 陈大岳, 章复熹, 高等教育出版社, 2011
2. 《随机过程导论》, G.F. Lawler, 机械工业出版社, 2010.
3. “Essentials of Stochastic Processes”, R.Durrett, Springer, 1999.

成绩评定方法: 由主讲老师定, 建议作业 20%, 期中考试 30%, 期末考试 50%。

课程修订负责人: 陈大岳

课程号: 00137990

课程名称: 应用随机过程(实验班)

开课学期: 秋

学分: 3

先修课程: 数学分析, 高等代数, 概率论

基本目的: 介绍马氏链与布朗运动中丰富、深入的系统理论, 为进一步学习概率论方向的理论课程而预备。

内容提要:

一、马氏链

马氏链的定义与例子; 不变分布与可逆分布的方程与计算; 调和函数;

停时与强马氏性;

常返的定义与判别, 禁忌概率, 可配称马氏链的常返性;

正常返的定义, 正常返与不变分布的关系, 不变测度的唯一性, (L1 版本的) 遍历定理;

强遍历定理的证明, 零常返的极限定理, 耦合; 全变差距离与收敛速度;

一维简单随机游动的反射原理, 首达时的分布, 反正弦律, Wald 等式;

分支过程及其相关过程的理论。

二、跳过程

泊松过程的定义与结构, 合并与细分, 泊松点过程;

跳过程的构造与嵌入链, 转移概率与转移速率, 前进方程与后退方程, 生成元;

常返, 正常返与不变分布, 可逆分布, 不变测度, 爆炸与否的判别, (L1 版本的) 遍历定理, 强遍历定理, 骨架链;

排队系统的定义与性质;

粒子系统简介, 图表示, 对偶与耦合。

三、布朗运动

定义与等价刻画, 构造, 转移密度, 格林函数, 前进与后退方程, 生成元;

不变原理的证明及其应用;

首达时, 停时, 强马氏性, 反射原理, 最大值, 轨道不可微, 轨道的 Holder 连续性, 零点集及其维数;

狄利克莱方程与泊松方程的解与应用, 常返性, 占有时与格林函数;

布朗桥的定义与等价刻画, 马氏性, 自相似性, 高斯自由场;

OU 过程的定义, 不变分布, 可逆性, 强遍历性;

随机积分的定义, 求解随机微分方程。

教学方式: 每周授课 3 学时

教材与参考书:

1. 《应用随机过程》, 钱敏平, 龚光鲁, 陈大岳, 章复熹, 高等教育出版社, 2011

2. “Markov Chains”, R. Norris, Cambridge University Press, 1997

3. 《随机过程导论》, G.F. Lawler, 机械工业出版社, 2010.

4. “Essentials of Stochastic Processes”, R.Durrett, Springer, 1999.

5. “Stochastic Processes with Applications”, R.N. Bhattacharya & E.C. Waymire John Wiley & Sons, New York, 1990.

成绩评定方法: 由主讲老师定, 建议作业 20%, 期中考试 30%, 期末考试 50%。

课程修订负责人: 章复熹

课程号: 00133010

课程名称: 测度论

开课学期: 春

学分: 3

先修课程: 概率论, 实变函数或实变与泛函

基本目的:

测度论是现代概率论、随机过程等数学分支的重要理论基础, 本课程讲述抽象空间上的测度与积分, 以及相关概率论基础知识, 如期望、条件概率与条件期望等。课程将为同学们进一步学习建立在严格公理化体系基础上的概率论提供必要的基础知识和思想方法, 同时使同学们了解抽象概念和定理的直观意义, 并进行适当的思维训练。

内容提要:

1. 可测空间与可测函数

各种集合系, 单调类定理, 可测空间, 距离可测空间, 可测映射与可测函数, 典型方法, 函数形式的单调类定理

2. 测度空间

测度的定义和性质, 外测度及其可测集, Caratheodory 定理, 测度的扩张, 测度空间的完备化, Lebesgue–Stieltjes 测度, 可测函数的各种收敛性

3. 积分

积分的定义及性质, 积分号下取极限 (单调收敛定理, Fatou 引理, Lebesgue 控制收敛定理), L_p 空间, 概率空间上的积分, 期望, 一致可积

4. 符号测度

符号测度的定义与性质, Hahn 分解, Jordan 分解, 绝对连续, Radon–Nikodym 导数, Lebesgue 分解, 随机变量的分类, 概率密度函数, 条件期望与条件概率, 正则条件概率与正则条件分布

5. 乘积空间上的测度和积分

有限维乘积空间, 概率转移函数, 有限维乘积空间上的测度, 乘积空间上的可测映射、可测函数与积分, 可列维乘积空间上的测度, Kolmogorov 相容性定理

教学方式: 每周授课 3 学时

教材与参考书:

1. 程士宏:《测度论与概率论基础》, 北京大学出版社, 2004.
2. 严加安:《测度论讲义》(第三版), 科学出版社, 2021.
3. 严士健、刘秀芳:《测度与概率》(第二版), 北京师范大学出版社, 2003.
 4. P. R. Halmos: Measure Theory, Springer–Verlag, 1974.
 5. P. Billingsley: Probability and Measure (3rd Ed.), John Wiley & Sons, 1995.

成绩评定方法: 由主讲老师定, 建议 30%平时成绩, 70%期末考试。

课程修订负责人: 刘勇

课程号: 00137110

课程名称: 应用随机分析

学分: 3

开课学期: 春

先修课程: 概率论, 应用随机过程, (或概率统计和随机数学)

基本目的: 培养学生借助随机分析(或者称为随机微积分)的思想和方法建立数学模型, 并利用随机分析的理论、工具分析与解决问题的初步能力。尽可能用“初等方法”, 借助较少的高深数学工具将随机分析的思想介绍给学生; 强调概率直观的培养, 不刻意追求数学上的严格性课程着重通过大量来自不同领域的实际例子加深学生对课程中重要概念、结论和思想方法的理解。

内容提要:

一、概率论和随机过程基本概念

1. 概率论公理系统简介; 2. 带流的概率空间的直观引入和简介; 3. 方差有限的随机变量空间和高斯系

二、条件数学期望 1. 条件数学期望的直观推导和引入; 2. 条件数学期望的定义、性质和例子

三、鞅论初步 1. 鞅定义和例子; 2. Doob 下鞅列分解定理; 3 选择定理和 Doob 停时定理; 4. 鞅收敛定理

四、布朗运动 1. 定义和物理推导; 2. 性质

五、随机微积分和 Ito 公式

1. Riemann-Stieltjes 积分; 2. 布朗运动的平方变差性质; 3. 关于布朗运动的随机积分定义和性质; 4. Ito 公式 5. Stratonovich-Fisk 对称积分

六、随机微分方程和扩散过程

1. 随机微分方程几个重要的例子 (OU 方程和 Langevin 方程, 随机调和振子, Black-Scholes 方程); 2. 随机微分方程解的存在唯一性简介, 扩散方程和解的马氏性简介; 3. Kolmogorov 向前方程 (Fokker-Planck 方程), Kolmogorov 向后方程; 4. 多维扩散过程的多种描述方式介绍 (随机微分方程、经典分析的方式、借助连续性方程的物理学描述方法, 鞅问题); 5. Dirichlet 边值问题的概率表示, 一维扩散过程的自然尺度函数和标准测度及其应用, 首出时的分布和向后方程; 6. 时齐和非时齐 Feynman-Kac 公式及其应用 7. 扩散过程的长时间行为的基本理论和应用实例

教学方式: 每周授课 3 学时

教材与参考书:

1. 刘勇: 应用随机分析 自编讲义, 待出版
2. 龚光鲁: 随机微分方程及其应用概要 清华大学出版社 2014年1月第3次印刷
3. Oksendal, B., Stochastic Differential Equations: An Introduction with Application. 6th ed. Springer 2005
4. Klebaner, F. C., Introduction to Stochastic Calculus with Applications. 3rd ed. Imperial College Press
(随机分析及其应用 (第二版) 人民邮电出版社 2008 (英文影印版))
5. Mikosch, T., Elementary Stochastic Calculus, with Finance in View. World Scientific 1998
(随机分析基础 世界图书进出口公司)
6. Lawler, G. F., Introduction to Stochastic Processes. 2nd ed. Chapman & Hall/CRC 2006
(随机过程导论 张景肖 译 机械工业出版社 2010)
7. Pavliotis G. A., Stochastic Processes and Applications: Diffusion Processes, the Fokker-Planck and Langevin Equations. Springer 2014

成绩评定方法: 由主讲老师定, 建议 40%平时成绩, 60%期末考试。

课程修订负责人: 刘勇

课程号: 00132830

课程名称: 金融数学引论

开课学期: 秋季

学分: 3

先修课程: 无

基本目的: 本课程将介绍如何按照数学的思维方式和方法来认识和研究金融现象和问题, 通过基本概念和各种实际问题帮助同学建立现金流分析和贴现的基本方法论, 掌握收益和 risk 的基本概念以及两者平衡的金融基本原理。

内容提要: 利息计算的基本概念、工具和主要方法; 年金、收益率计算和本金利息分离方法; 债券等固定收益资产的计算和其他应用问题; 初步的金融随机模型和金融统计模型。

一、基本理论 (6 学时)

总量函数, 累积函数, 现值, 终值, 利息, 实利率, 名利率, 累积因子, 利息力, 单利, 复利, 贴现函数, 实贴现率, 名贴现率, 贴现因子, 贴现力, 单贴现, 复贴现, 价值方程

二、年金 (6 学时)

期末年金, 期初年金, 递延年金, 永久年金, 连续年金, 广义年金

三、收益率 (3 学时)

投资收益分析, 内部收益率, 再投资收益率, 收益率法, 净现值法, 资本加权法, 时间加权法, 投资额法, 投资年法, 资本预算

四、本金利息分离技术 (6 学时)

分期偿还, 未结贷款余额, 预期法, 追溯法, 摊还表, 偿债基金, 广义摊还

五、固定收益证券 (6 学时)

债券, 债券价值评估, 溢价, 折价, 平价, 市场价格, 帐面价值, 债券收益率, 广义债券, 早赎债券, 系列债券

六、利率分析 (6 学时)

利率风险分析, 利率风险, 利率期限结构, 即期利率, 远期利率, 收益率曲线, 期度, 凸性, 资产负债分析, 免疫技术

七、金融随机模型初步 (6 学时)

随机利率模型, 资本资产定价模型, 期权定价模型

八、实际应用 (6 学时)

抵押贷款, 诚实贷款原则, 融资费用, 年百分率, APR 分析, 固定资产折旧, 资本化成本, 卖空

教学方式: 每周授课 3 学时

教材与参考书:

1、吴岚, 黄海, 何洋波: 金融数学引论 (第二版), 北京大学出版社。

2、S.G.Kellison, The Theory of Interest (3rd edition), McGraw Hill。

学生成绩评定方法: 平时成绩 30%, 期中考核+期末考核 70%。

课程修订负责人: 张瑞勋

课程号: 00135810

课程名称: 寿险精算

开课学期: 春

学分: 3

先修课程: 初等概率论, 利息理论

基本目的: 培养学生利用数学来研究人寿保险中的随机事件的能力。通过教学, 要求学生掌握基本的随机给付模型以及相互之间的关系, 掌握各种给付的精算现值以及各种险种的净保费、净准备金的计算方法, 并能编制 Excel 程序来计算净保费及净准备金。

内容提要:

一、单生命生存模型 (7 学时)

生存分布, 死亡力, 生命表的结构, 分数年龄段的生存分布的假设, 利用 EXCEL 进行精算实例分析

二、死亡保险的精算现值 (6 学时)

精算现值, 死亡保险、生死保险的给付模型及精算现值, 利用 EXCEL 计算各类给付的精算现值的方法。

三、生存保险的精算现值 (6 学时)

生存年金, 连续生存年金、期初生存年金以及期末生存年金的给付模型及对应的精算现值, 精算现值的计算方法。

四、净保费理论, 费用负荷保费 (6 学时)

平衡准则, 净保费的确定, 各种险种的净保费, 费用负荷保费, 利用 EXCEL 计算各种险种的净保费

五、完全离散险种的净准备金 (6 学时)

一般的完全离散险种的未来损失量模型, 考虑每个保单年度资金变化的模型, 净准备金的定义, 净准备金的递推公式

六、普通完全离散险种的净准备金 (6 学时)

完全离散的生死合险及终身寿险的净准备金, 净准备金的计算方法及现金流分析

七、完全连续险种和其它险种的净准备金 (5 学时)

完全连续险种、半连续险种的净准备金的计算原理

八、学生课堂报告 (3 学时)

安排学生交流期中大报告的研究结果

教学方式: 每周授课 3 学时, 需用多媒体设备。课程中间会组织学生报告他们的期中大报告作业。

教材与参考书:

杨静平 (2002): 《寿险精算基础》, 北京大学出版社

学生成绩评定方法: 作业 15 分, 期中大报告 10 分。学期中间安排四次测验, 总分 15 分。期末考试 60 分。

课程修订负责人: 杨静平

课程号: 00131280

课程名称: 证券投资学

开课学期: 春

学分: 3

先修课程: 金融数学引论, 数理统计

基本目的: 本课程主要学习如何通过数学模型来刻画在证券投资领域中所遇到的有关组合选择问题以及与投资有关的风险计量、业绩评估等问题, 由此初步掌握投资的量化分析方法。

内容提要: 在学习有关证券投资的基本知识后, 我们将对包括资产组合理论、资本资产定价模型、套利定价模型等一系列投资中所涉及的量化模型进行介绍, 并对实际金融活动中所遇到的诸多相关问题进行讨论。

一、基本知识 (9 学时)

投资环境, 资产类别与金融工具, 证券市场与证券交易, 证券投资基金

二、证券分析 (9 学时)

宏观经济分析与行业分析, 财务报表分析, 权益估值, 股利贴现模型, 行为金融与技术分析

三、资产组合理论 (9 学时)

风险与收益, 风险厌恶, 无差异曲线, 均值一方差分析, 最优风险资产组合, 风险资产和无风险资产之间的最优资产配置

四、资本市场定价理论 (9 学时)

资本资产定价模型, 单指数模型, 多因素模型, 套利定价理论, 有效市场假说

五、应用投资组合管理 (9 学时)

投资基金业绩评价方法, 选股与择时, 积极型投资组合管理理论, 特雷诺-布莱克模型, 布莱克-利特曼模型

教学方式: 每周授课 3 学时

教材与参考书:

滋维·博迪, 亚历克斯·凯恩, 艾伦·J·马库斯著 (汪昌云, 张永骥译), 投资学 (第 10 版), 机械工业出版社, 2017 年。

学生成绩评定方法: 平时作业 40%, 期中考试 20%, 期末考试 40%, 考试为闭卷笔试。

课程修订负责人: 黄海

课程号: 00136730

课程名称: 衍生证券基础

开课学期: 春

学分: 3

先修课程: 初等概率论、数理统计、微积分、线性代数

基本目的: 掌握以衍生证券为核心的金融基本理论、基本推理方法和基本思维方式。初步掌握衍生证券定价问题数学建模的基本技巧。

内容提要:

一、衍生证券概述 (4 学时)

1. 金融衍生证券的基本产品及其市场
2. 金融衍生证券的应用介绍
3. 无套利理论介绍

二、远期合约与期货合约 (8 学时)

1. 期货市场的机制
2. 期货的对冲策略
3. 利率及利率期货
4. 远期合约与期货合约的定价

三、期权合约的一般理论 (6 学时)

1. 期权合约的市场机制及股票期权的性质
2. 期权合约的交易策略

四、随机过程初步和 Black-Scholes-Merton 模型 (10 学时)

1. 布朗运动与 Ito 公式
2. 自融资
3. Black-Scholes-Merton 公式
4. 条件期望与鞅的简单介绍
5. 期权的对冲与复制

五、期权定价一般理论初步 (18 学时)

1. 希腊字母和波动率微笑
2. 某些特殊的期权
3. 二叉树模型
4. 数值方法基础

六、其它衍生产品简介 (3 学时)

教学方式: 每周授课 3 学时

教材与参考书:

- 1、Hull, J., Options, Futures and Other Derivatives.
- 2、Wilmott, P., Dewynne, J., and Howison, S. (1994), Option Pricing: Mathematical Models and Computation, Oxford Financial Press, Oxford.
- 3、Shreve, S.E. (2004), Stochastic Calculus for Finance I, The Binomial Asset Pricing Model, Springer.

学生成绩评定方法: 作业 10%, 期中考试 30%, 期末考试 60%。

课程修订负责人: 徐恺

课程号： 00134330

课程名称： 金融经济学

开课学期： 秋

学分： 3

先修课程： 概率论

基本目的：面向应用数学专业的本科生开设的金融数学基础课程，讲授与金融数学、金融工程相关的金融经济学的基本理论框架和基础内容，帮助本专业本科生建立运用经济学的一般原理分析金融问题的基本理念以及学习创建相应数学模型研究和解决基本金融问题的方法，引导学生系统了解和思考某些金融基本问题的来源和主要的研究思路。

内容提要：

一、基本概念与基本理论框架（约 8 学时）

1. 模型与经济结构
2. 基本定价方法
3. 资源有效配置

二、参与者行为——个人偏好及投资决策（约 12 学时）

1. 期望效用理论
2. 风险厌恶：定义、判别、度量与比较
3. 简单投资决策分析

三、资源配置问题以及有限状态模型小结（约 8 课时）

1. 有效配置的充要条件
2. 均衡配置的有效性
3. 有限状态模型均衡定价与套利定价

四、均值方差分析及 CAPM、简单 CCAPM（约 12 课时）

1. 期望效用与均方分析
2. 均值方差前沿
3. CAPM 及简单应用
4. 简单 CCAPM

五、套利定价理论（约 4 课时）

教学方式：课堂教授为主并辅以适当的课后阅读和讨论。每周 3 学时。

教材与参考书：

1、王江(2011). *金融经济学*. 中国人民大学出版社, 2006 年 6 月第一版, 2011 年 9 月第 4 次印刷, ISBN 7-300-07347-6.

2、Danthine, J. P., & Donaldson, J. B. (2005). *Intermediate Financial Theory* (Second Edition). Elsevier Academic Press, ISBN 978-0-12-369380-8 (中译本: 中级金融理论, 邹宏元、樊胜、张贵宾等译, 西南财经大学出版社).

3、LeRoy, S. F., & Werner, J. (2014). *Principles of Financial Economics*. Cambridge University Press.

学生成绩评定方法：平时作业 20%，期中考试 30%，期末考试 50%。

课程修订负责人：程雪

课程号: 00136760

课程名称: 金融数据分析导论

开课学期: 秋

学分: 3

先修课程: 程序设计课程, 数学分析, 高等代数, 概率论

基本目的: 金融领域的数据非常丰富。充分地利用数据资源进行分析推断对理解金融市场、进行投资和风险管理具有重要意义。本课程将介绍金融数据收集、处理和分析展示的基本方法。包括统计学和机器学习模型方法, 以及实现这些模型方法的计算工具。通过课程讲授、练习和讨论, 学生能了解金融数据的基本类别和特征, 掌握一些金融数据分析中常用的模型该方法以及分析金融数据的基本技能, 积累进行实际金融数据分析的经验。

内容提要:

1) 10 学时. 金融数据的收集、处理、汇总及可视化方法。介绍数据类型, 数据的读取和转换, 网络数据的抓取, 数据的预处理以及金融可视化工具。 风险收益证券收益率的计算, 常见的分布, 收益率的特征, 随机游走模型, 指数及技术指标计算, 技术分析交易规则的检验。

2) 8 学时. 金融时间序列的线性模型, 包括如下概念, 平稳性, 相关系数和自相关函数, 白噪声和线性时间序列, 简单自回归模型, 简单移动平均模型, 简单 ARMA 模型, 单位根非平稳性, 指数平滑, 季节模型, 带时间序列误差的回归模型, 长记忆模型。

4) 10 学时. 投资组合模型

5) 12 学时. 介绍一些机器学习方法: logistic 回归, 决策树, 贝叶斯网络, 深度学习, 强化学习等及其在金融中的应用。

6) 4 学时. 统计套利方法和实践

7) 4 学时. 高频数据分析和建模

教学方式: 以讲堂讲授为主, 每周 3 学时, 包括讨论和实验。

教材与参考书:

[美]蔡瑞胸: 金融数学分析导论: 基于 R 语言利用 python 进行数据分析, 机械工业出版社, 2014。

学生成绩评定方法: 平时实验和练习 40%+期末报告和考试 60%。

课程修订负责人: 何洋波

课程号: 00131100

课程名称: 金融时间序列分析

开课学期: 秋

学分: 3

先修课程: 微积分, 线性代数, 概率论, 数理统计, 最好学过实变函数和泛函分析, 不做必要要求。

基本目的: 较系统学习和掌握线性时间序列分析的基本理论和方法, 能够用时间序列分析的线性模型对时间序列数据进行建模和预测。 简单介绍谱分析, 金融数据特点和常用模型方法。

内容提要:

一、时间序列的基本理论 (8 学时)

主要内容: 时间序列的分解, 平稳序列的定义, 线性平稳序列和线性滤波介绍, 正态时间序列和随机变量的收敛性, 严平稳序列及其遍历性介绍, Hilbert 空间中的平稳序列介绍, 平稳序列的谱函数介绍。

二、时间序列的常用模型 (12 学时)

主要内容: 推移算子和常系数差分方程, 自回归模型及其平稳性, AR (p) 序列的谱密度和 Yule-Walker 方程, 平稳序列的偏相关系数和 Levinson 递推公式, AR (p) 序列举例, 滑动平均模型, 自回归滑动平均模型的基本理论。ARIMA 模型介绍。

三、金融时间序列的特点介绍 (2 学时)

三、参数估计的一般方法 (6 学时)

主要内容: 时间序列均值的估计, 时间序列自协方差函数的估计, 白噪声检验方法。

四、时间序列的预报和 ARMA 模型的参数估计 (11 学时)

主要内容: 最佳线性预测的基本性质, 非决定性平稳序列及其 Wold 表示, 时间序列的递推预测, ARMA (p, q) 序列的递推预测, AR (p) 模型的参数估计方法, MA (q) 模型的参数估计方法, ARMA (p, q) 模型的参数估计方法, 求和 ARIMA (p, d, q) 模型及季节 ARMA 模型的参数估计方法介绍, 潜周期模型及其参数估计介绍。

五、时间序列的谱分析简介 (6 学时)

主要内容: 平稳序列的谱表示, 平稳序列的周期图, 加窗谱估计。

教学方式: 每周授课 3 学时

教材与参考书:

1、何书元, 应用时间序列分析, 北京大学出版社, 2003.

2、Rui S. Tsay, 金融时间序列分析, 人民邮电出版社, 2012.

学生成绩评定方法: 作业 20%, 期中考试 20%, 期末考试 60%。

课程修订负责人: 李东风

课程号: 00133110

课程名称: 应用回归分析

开课学期: 春

学分: 3

先修课程: 微积分、高等代数、概率统计基础

基本目的:

1. 使学生掌握回归分析的理论与方法;
2. 使学生掌握应用统计的一些基本理论与技巧, 并能用计算机解决实际问题。

内容提要:

一、一元线性回归 (4 课时)

模型, 参数的最小二乘估计, 回归方程的显著性检验
回归系数的区间估计, 预测和控制, 拟合检验
可以化为一元线性回归的曲线回归问题

二、多元线性回归 (6 课时)

多元线性回归的数学模型, 参数的最小二乘估计
回归方程的显著性检验, 回归系数的显著性检验
回归系数的置信区间与联合置信区间, 预测
观测值方差不等或相关的情况

三、回归诊断 (6 课时)

残差及其简单性质, 回归函数线性的诊断, 误差方差齐性的诊断
误差的独立性诊断, 模型误差的正态性诊断

四、多项式回归 (4 课时)

多项式回归, 正交多项式及其应用, 多元正交多项式回归

五、自变量的选择 (6 课时)

自变量选择的后果, 自变量选择准则
求解求逆紧凑变换 (扫描运算), 求一切可能回归方程的方法, 逐步回归

六、含有定性变量的情况 (5 课时)

最小二乘法基本定理, 数量化方法, 协方差分析

七、最小二乘估计的改进 (4 课时)

岭估计, 主成分估计

八、稳健回归 (4 课时)

异常值, M 估计, R 估计

九、线性模型的推广 (6 课时)

非线性回归, 逻辑斯谛回归, 广义线性模型

教学方式: 课堂讲授, 每周 3 学时, 课下上机练习。

教材与参考书:

1. Weisberg, S. (2014). Applied Linear Regression (4th ed.). Wiley.
2. Seber, G. A. F. and Lee, A. J. (2003). Linear Regression Analysis (2nd ed.). Wiley.
3. Montgomery, D. C., Peck, E. A. and Vining, G. G. (2012). Introduction to Linear Regression Analysis (5th ed.). Wiley.
4. Kutner, M. H., Nachtsheim, C. J. and Neter, J. (2004). Applied Linear Regression Models (4th ed.), McGraw Hill.
5. Draper, N. R. and Smith, H. (1998). Applied Regression Analysis (3rd ed.). Wiley.
6. 陈希孺, 王松桂: 近代应用回归分析——原理方法及应用, 安徽教育出版社, 1987

学生成绩评定方法: 平时作业 30%, 期中考试 30%, 期末考试 40%。

课程修订负责人: 艾明要、林伟

课程号: 00133050

课程名称: 应用多元统计分析

开课学期: 秋

学分: 3

先修课程: 数理统计, 概率论

基本目的: 多元分析是一门与实际联系比较密切的课程, 通过本门课程的学习了解多元统计分析的基本内容, 为统计的应用打好理论基础。

内容提要:

一、导论 (6 课时)

二次型, 特征分解, 奇异值分解, QR 分解, 椭圆方程等
多元统计分析的应用, 多元统计数据的图表示法

二、多元正态分布及参数的估计 (6 课时)

随机向量, 多元正态分布的定义与基本性质, 条件分布和独立性
随机阵的正态分布, Wishart 分布
多元正态分布的均值与协方差估计, Cochran 定理

三、多元正态总体参数的假设检验 (6 课时)

几个重要统计量的分布, 单总体均值向量的检验及置信域
多总体均值向量的检验, 协方差阵的检验, MANOVA

四、多元线性回归模型 (6 课时)

多元线性回归的估计, 最小二乘与最大似然估计
最大似然比检验, 回归诊断, 模型选择

五、主成分分析 (6 课时)

总体主成分, 样本主成分, 高维数据的主成分分析, 主成分分析的应用

六、因子分析 (4 课时)

因子模型, 参数估计方法, 方差最大的正交旋转, 因子得分, 高维数据的因子分析

七、典型相关分析 (4 课时)

总体典型相关, 样本典型相关

八、分类分析 (6 课时)

距离分类, 贝叶斯判别法及广义平方距离判别法, 费希尔判别
高维数据分类, 支持向量机, 随机森林

九、聚类分析 (4 课时)

聚类分析的方法, 距离与相似系数, K-means 聚类

教学方式: 课堂教学, 上机, 每周授课 3 学时。

教材与参考书:

1. 高惠璇:《多元统计分析》, 北京大学出版社
2. R. A. Johnson and D. W. Wichern, Applied Multivariate Statistical Analysis, Prentice Hall

学生成绩评定方法: 期末闭卷考试, 平时作业成绩。

课程修订负责人: 姚方

课程号: 00133020

课程名称: 抽样调查

开课学期: 春

学分: 3

先修课程: 数学分析、概率论、数理统计

基本目的: 本课程为数理统计的一个重要分支。它是关于如何有效地抽取样本收集数据并对总体的各种指标进行统计推断和分析的学科。它在自然科学和社会科学中有广泛的应用。对于统计学专业的学生来说，这是一门训练统计方法的重要课程。

内容提要:

一、抽样调查概要

大规模抽样调查，有限总体抽样的样本分布，概率抽样的几种基本的抽样方法

二、简单随机抽样

简单随机抽样的几个基本定理，简单随机抽样的实现，简单估值法，置信区间与样本量的确定，比估计，差估计与回归估计

三、不等概抽样

PPS 抽样，不等概 π PS 抽样，Rao-Hartley-Cochran 随机分群抽样

四、分层抽样

简单估值法，组合比估计和回归估计，样本量的分配，与简单随机抽样的比较，如何适当分层，后分层估计和定额抽样

五、多阶抽样

二阶抽样问题的提法，二阶抽样的估值法，二阶抽样的效率

六、整群抽样与系统抽样

整群抽样，群内相关系数，系统抽样，个体指标具有特殊结构时的系统抽样，系统抽样估计量方差的估计

七、二相抽样

为分层的二阶抽样，二相分层抽样的最优分配问题，为 PPS 抽样的二相抽样
抽样实践中常见的几个问题的讨论

定期连续抽样调查中使用历史数据的技术，敏感性问题的调查方法，不完善抽样框的处理

教学方式: 课堂讲授为主，每周 3 学时，注重课下实例分析练习。

教材与参考书:

孙山泽：抽样调查，北大出版社，2004。

冯士雍，倪家勋，邹国华：抽样调查理论与方法，中国统计出版社，1998。

成绩评定方法: 作业 30 分，平时测验 10 分，期末考试 60 分。

课程修订负责人: 房祥忠 孙万龙

课程号: 00135220

课程名称: 非参数统计

开课学期: 春

学分: 3

先修要求: 微积分、高等代数、概率论、数理统计

基本目的:

1. 使学生掌握非参数分析的理论与方法;
2. 使学生掌握非参数统计的一些基本理论与技巧, 并能用计算机解决实际问题。

内容提要:

一、R 简介 (2 课时)

二、适应任意分布的统计量 (6 课时)

计数统计量; 秩统计量; 符号秩统计量; 条件检验

三、U 统计量 (5 课时)

单样本 U 统计量; 单样本 U 统计量的渐近分布; 两样本 U 统计量的渐近分布

四、线性秩统计量 (1 课时)

线性秩统计量的定义; 线性秩统计量分布的有限样本性质

五、功效函数 (6 课时)

备择假设与功效函数; Lehmann 提法及秩分布; 局部最优秩检验; 功效函数模拟计算

六、检验的渐近相对效率 (6 课时)

Pitman 渐近相对效率; 广义 U 统计量的极限定理; 两样本位置问题线性秩统计量的渐近相对效率

七、拟合优度检验 (6 课时)

Chi-square 检验; 列联表检验; KS 检验; GSEA—KS 检验应用

八、多样本统计推断 (8 课时)

Kruskal-Wallis 统计量; Jonckheere—Terpstra 检验; Friedman 检验; Hodges-Lehmann 检验; Page 检验

九、相关性检验 (4 课时)

秩相关系数; 秩相关检验; Kendall-相关系数; Kendall 一致性检验

十、密度估计与非参数回归 (6 课时)

非参数密度估计方法; 核估计; 非参数回归方法; 核方法; 最近邻估计方法

教学方式: PPT 和板书相结合。每周授课 3 学时。

教材与参考书:

孙山泽, 非参数统计讲义, 北京大学出版社, 2000。

王静龙, 梁小筠, 非参数统计分析, 高等教育出版社, 2006。

吴喜之, 非参数统计 (第二版), 中国统计出版社, 2006。

实用非参数统计 (第三版), 崔恒建译, 人民邮电出版社, 2006。

现代非参数统计, 吴喜之译, 科学出版社, 2008。

J. J. Higgins. Introduction to Modern Nonparametric Statistics. Thomson, 中国统计出版社影印版, 2005。

学生成绩评定方法: 笔试 50%, 作业 20%, PROJECT 30%。

课程修订负责人: 邓明华

课程号: 00102892

课程名称: 统计学习

开课学期: 秋

学分: 3

先修课程: 基本线性代数, 基本概率统计

基本目的: 本课程面向概率统计、应用数学及其他应用领域的研究生和高年级本科生, 介绍统计机器学习的基本原理和方法。统计机器学习研究如何从数据中有效地学习和提取信息, 并用算法实现, 以更好地完成预测、推断等特定的任务。与一般的机器学习导论课程相比, 本课程更强调机器学习方法的统计学原理和解释, 并包括一部分较深入的理论内容。

内容提要:

一、引言 (2 学时)

基本问题和任务, 没有免费午餐定理

二、PAC 学习/非渐近理论 (6 学时)

PAC 学习框架, 有限假设集, Rademacher 复杂度, VC 维

三、模型选择与正则化 (4 学时)

偏差-方差权衡, 经验风险最小化与正则化, 交叉验证, 信息准则, 自助法

四、线性回归与分类 (4 学时)

最小二乘法, 多元线性回归, 线性判别分析, 逻辑回归

五、Lasso 及相关方法 (6 学时)

最佳子集选择, 岭回归, Lasso 及其变体, Lasso 的算法和理论

六、支持向量机 (4 学时)

支持向量机, 核方法, 间隔理论

七、基于树的方法 (4 学时)

分类树与回归树, 随机森林, 变量重要性

八、提升方法 (4 学时)

AdaBoost, 梯度提升方法, 提升方法的理论和正则化

九、无监督学习 (4 学时)

聚类, 主成分分析与降维, 非负矩阵分解

十、图模型 (4 学时)

高斯图模型, 有向无环图与因果学习

教学方式: 每周授课 3 学时

教材与参考书:

1. Hastie, T., Tibshirani, R. and Friedman, J. (2009). The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction (2nd ed.). Springer.
2. Mohri, M., Rostamizadeh, A. and Talwalkar, A. (2018). Foundations of Machine Learning (2nd ed.). MIT Press.
3. Shalev-Shwartz, S. and Ben-David, S. (2014). Understanding Machine Learning: From Theory to Algorithms. Cambridge University Press.
4. Wainwright, M. J. (2019). High-Dimensional Statistics: A Non-Asymptotic Viewpoint. Cambridge University Press.

学生成绩评定方法: 平时作业 30%, 期中考试 30%, 大作业 40%。

课程修订负责人: 林伟

课程号: 00100877

课程名称: 贝叶斯理论与算法

开课学期: 秋

学分: 3

先修课程: 概率论, 多元分析

基本目的: 贝叶斯分析是统计学的一个重要分支, 它在数据分析中有重要应用。本课程的目的 是学习和掌握贝叶斯分析的基本理论、推理和计算方法, 并通过穿插最近的贝叶斯模型实例培 养学生利用贝叶斯理论解决实际问题的意识和能力。

内容提要:

1. **Basic concepts in Bayesian statistics:** prior; likelihood; posterior; Bayes' theorem; exponential family; conjugate priors; posterior predictive distribution; Bayesian hypothesis testing and model evaluation, etc.
2. **Decision theory:** utility; loss; posterior risk; formal Bayes rule; classical decision theory; risk function; Bayes rule.
3. **Monte Carlo integration:** simple simulation methods; rejecting sampling; importance sampling; variance reduction techniques; sequential Monte Carlo.
4. **Markov chain Monte Carlo:** Metropolis-Hasting; Gibbs sampling; slice sampling; Hamiltonian Monte Carlo; stochastic gradient MCMC; Convergence analysis.
5. **Variational inference:** mean-field; stochastic gradient optimization (control variate and the reparameterization trick); scalable approaches; choice of training objectives.
6. **Bayesian regression and classification models:** linear regression; logistic regression; Poisson regression; multinomial logistic regression.
7. **Some advanced topics:** Gaussian process for regression and classification; Dirichlet process mixtures for density estimation and clustering.

教学方式: 每周授课 3 学时

教材与参考书:

1. Gelman, A., Carlin, J. B., Stern, H. S., Dunson, D. B., Vehtari, A. and Rubin, D. B. (2014). Bayesian Data Analysis, 3rd Edition, Chapman & Hall/CRC.
2. Liu, J. (2001). Monte Carlo Strategies in Scientific Computing, Springer.
3. Lange, K. (2010). Numerical Analysis for Statisticians, 2nd Edition, Springer.
4. Keener, R. W. (2010). Theoretical Statistics: Topics for a Core Course, Springer.
5. Christian, P. R. (2004). The Bayesian Choice, Springer.
6. MacKay, D. (2003). Information Theory, Inference, and Learning Algorithms, Cambridge University Press.

学生成绩评定方法: 作业 30%, 期中考试 30%, 期末考试 40%。

课程修订负责人: 张成

课程号: 00102516

课程名称: 统计模型和计算方法

开课学期: 秋

学分: 3

先修课程: 概率论、应用随机过程、随机模拟方法

基本目的: 本课程的主要目的是向学生介绍一些现代统计学模型, 以及随之发展起来的高效统计计算方法, 并通过具体的应用实例向学生展示统计计算方法在科学发现中扮演的重要角色。

内容提要:

1. **课程介绍 (2 学时)** - 课程安排, 主要内容, 考核方式等。介绍一下统计学研究对象, 统计模型和计算方法等, 并对一些基本概念如似然函数, KL 散度, 指数分布族, 贝叶斯推断, 马氏链等简单回顾。

2. **最优化算法 (4 学时)** - 现代统计学中常用的最优化算法, 包括经典的凸优化方法, 受限问题的 KKT 条件, 传统梯度下降算法, 牛顿方法, 拟牛顿方法, Fisher 得分法, 迭代重加权最小二乘法 (应用实例逻辑回归), 以及现代高效梯度下降算法, 包括带动量的梯度下降算法, Nesterov 加速梯度下降, 求解带不可微附加项目标函数的近端梯度下降, 以及适用于大数据的随机梯度下降和自适应梯度下降方法。

3. **数值积分, 蒙特卡洛方法 (4 学时)** - 经典的 Newton-Cotes 数值积分格式, 正交多项式以及高斯积格式, 数值积分的蒙特卡洛方法, 逆 CDF 抽样方法, 拒绝抽样, 自适应拒绝抽样, 方差减小的方法包括重要性抽样, 自归一化重要性抽样, 重要性抽样的诊断标准, 自适应重要性抽样, 控制变量方法以及 Rao-Blackwell 化方法。

4. **马氏链蒙特卡洛算法 (8 学时)** - 随机过程简介, 离散时间离散状态马氏链, 马氏链的平稳分布, 遍历性定理, 离散时间连续状态的马氏链, 基本的马氏链蒙特卡洛方法包括 Metropolis-Hasting 算法, 空间分解方法, 吉布斯抽样及其在概率图模型, 如潜在狄利克雷分配中的应用, 基本的马氏链诊断方法, 辅助变量方法如并行退火, 切片抽样等, 以及现代高效的 MCMC 方法包括哈密尔顿蒙特卡洛, 黎曼流形哈密尔顿蒙特卡洛, 自适应蒙特卡洛算法, 适用于大数据的随机梯度蒙特卡洛算法等。

5. **EM 算法 (4 学时)** - 经典的用于隐变量模型的 EM 算法, 以及在混合高斯模型和隐马氏模型中的应用。EM 算法的收敛性理论, 带正则项的 EM 算法, 蒙特卡洛 EM 方法, ECM 方法, EM 梯度方法等。

6. **变分推断 (10 学时)** - 变分 EM 方法, 平均场近似, 共轭指数模型, 贝叶斯模型选择, 证据下界, 坐标上升法, 平均场变分推断在贝叶斯混合高斯模型和贝叶斯 LDA 模型中的应用, 适用于大数据的随机变分推断方法, 基于随机优化的一般变分推断方法, 控制变量方法和重参数化方法, 变分推断中训练目标函数的设计以及在贝叶斯神经网络中的应用, 期望传播, 标准化流方法, 变分推断与 MCMC 的结合等高级变分推断方法。

7. **深度生成模型 (6 学时)** - 主要介绍目前主流的深度生成模型, 以及它们与传统统计模型之间的联系。涵盖的生成模型有: 自回归模型, 变分自编码器和生成对抗模型。

8. **统计进化推断 (2 学时)** - 介绍计算生物学中的统计方法, 重点介绍其中的一个重要分支: 统计进化推断。大体内容包括生物进化模型, 目前主要的计算推断方法 (MCMC), 以及最近提出的基于变分推断的工作。这部分为选讲内容, 可根据教师意愿和学生兴趣适当调整。

教学方式: 课堂讲授为主 (42 学时), 每周 3 学时, 最后 6 学时学生按组进行课题报告。

教材与参考书:

1. Gelman, A., Carlin, J. B., Stern, H. S., Dunson, D. B., Vehtari, A. and Rubin, D. B. (2014). Bayesian Data Analysis, 3rd Edition, Chapman & Hall/CRC.
2. Liu, J. (2001). Monte Carlo Strategies in Scientific Computing, Springer.
3. Lange, K. (2010). Numerical Analysis for Statisticians, 2nd Edition, Springer.
4. Hastie, T., Tibshirani, R. and Friedman, J. (2009). The Elements of Statistical Learning, 2nd Edition, Springer.
5. Goodfellow, I., Bengio, Y. and Courville, A. (2016). Deep Learning, MIT Press.
6. Casella, G. and Berger, R. L. (2002). Statistical Inference, 2nd Edition, Duxbury.
7. Givens, G. H. and Hoeting, J. A. (2013). Computational Statistics, 2nd Edition, Wiley.

学生成绩评定方法: 平时作业 60%, 期末大课题 40%。

课程修订负责人: 张成

课程号: 00110710

课程名称: 试验设计

开课学期: 春

学分: 3

先修课程: 概率论、数理统计、应用多元回归分析

基本目的: 本课程为数理统计的一个分支。它是关于如何有效地选择有限个数的试验设置来实施试验并对试验数据进行有效的统计分析的学科。通过本课程的学习,使学生掌握现代试验设计的理论与方法,增强学生利用统计方法处理实际问题的能力。

内容提要:

1. 试验设计基本原则与单因子试验 (6 学时)

试验设计简介与历史回顾,计划和实施试验的系统方法,基本原则:重复、随机化和分区组,一般的线性模型,回归分析中的变量选择,单项分类设计,多重比较,定量因子和正交多项式,残差分析:模型假设的评估

2. 多因子试验 (4 学时)

配对比较设计,随机化区组设计,二向分类设计,多项分类设计,相应的变换,拉丁方设计:两个分区组变量,希腊拉丁方设计,平衡不完全区组设计,协方差分析:联合辅助信息

3. 二水平完全因析试验 (6 学时)

望目特征问题和二次损失函数,二水平完全因析设计,因子效应和图示,因子效应的基本原则,利用回归和模型矩阵计算因子效应,二水平完全因析设计中的分区组,效应显著性的正规检验方法

4. 二水平部分因析设计 (6 学时)

部分因析设计简介,解除别名效应中模糊性的技术,选择最优部分因析设计的准则 部分因析设计中的分区组

5. 三水平完全因析设计和部分因析试验 (4 学时)

三水平完全因析设计,三水平部分因析设计,三水平设计的效应分析方法,三水平完全和部分因析设计的分区组

6. 多于二水平试验的其它设计和分析技术 (4 学时)

替换法与二、四混合水平设计的构造,二、四混合水平设计的 MA 准则,二、四混合水平设计的分析策略,二、三混合水平试验的设计和析,任意素数水平的部分因析设计,带有关联因子的设计与分析

7. 非正规设计的构造与性质 (6 学时)

非正规设计的一些优点,关于正交表的一个引理,Plackett-Burman 设计和 Hall 设计,构造混合水平正交表的方法,通过并水平构造正交主效应设计

8. 带有复杂别名的试验 (4 学时)

效应的部分别名和别名矩阵,带有复杂别名设计的分析策略,带有复杂别名设计的贝叶斯变量选择策略,超饱和设计的构造与分析

9. 稳健参数设计简介 (5 学时)

控制因子和噪声因子,通过稳健参数设计减小变差,试验与建模策略,乘积表与单一表,信噪比及其在参数设计优化中的局限性

教学方式: 课堂讲授为主,每周 3 学时,注重课下实例分析练习。

教材与参考书:

1. Wu, C. F. J. and Hamada, M. S. (2021). Experiments: Planning, Analysis, and Optimization (3rd ed.). Wiley.
2. Box, G. E. P., Hunter, J. S. and Hunter, W. G. (2005). Statistics for Experimenters: Design, Innovation, and Discovery (2nd ed.). Wiley.
3. Montgomery, D. C. (2020). Design and Analysis of Experiments (10th ed.). Wiley.

学生成绩评定方法: 由主讲老师定,建议作业 20%,平时测验 20%,期末考试 60%。

课程修订负责人: 艾明要

课程号: 00103256

课程名称: 生存分析

开课学期: 秋

学分: 3

先修课程: 概率论, 数理统计, 应用随机过程

基本目的: 生存分析是以人、生物或者物品的寿命分布相关问题为主要研究对象的统计分支。它的应用领域包括临床医学、生物制药、保险精算、产品研发等众多领域。其主要内容包括删失数据、截断数据、参数模型的似然估计、乘积限估计、比例危险率模型、删失数据情形下的回归分析、计数过程等。

内容提要:

- 一、失效数据与生存函数 (2 学时)
- 二、寿命分布模型 (4 学时)
- 三、参数模型的统计推断 (4 学时)
- 四、Cox 比例危险率模型 (4 学时)
- 五、计数过程相关理论 (6 学时)
- 六、基于似然的推断方法 (4 学时)
- 七、带有删失数据的回归 (6 学时)
- 八、竞争风险和多状态模型 (4 学时)
- 九、复发事件建模和分析 (6 学时)
- 十、相关失效时间分析 (4 学时)

教学方式: 以课堂讲授为主, 每周 3 学时,

教材与参考书:

1. 陈家鼎,《生存分析与可靠性》, 北京大学出版社, 2005
2. Kalbfleisch, J. D. and Prentice, R. L., The Statistical Analysis of Failure Time Data, 2nd ed., Wiley, 2002
3. Fleming, T. R. and Harrington, D. P., Counting Processes and Survival Analysis, Wiley, 1991

学生成绩评定方法: 由主讲老师定, 建议作业 50%, 期中考试 25%, 期末考试 25%。

课程修订负责人: 房祥忠

课程号: 00136180

课程名称: 生物信息中的数学模型与方法

开课学期: 秋

学分: 3

先修课程: 概率论与数理统计

基本目的: 本课程是概率统计系高年级本科生和研究生开设的专业选修课,其目的是使学生初步掌握生物信息学中的基本内容,并了解其应用领域。本课程围绕生物信息学中的几个基本问题,重点突出对这些问题的概率统计建模,并由此对相关的的概率统计模型进行集中讲授。对学生的要求包括:熟练掌握生物信息学中的基本概率统计模型和算法,掌握概率统计的基本建模方法,能够熟练应用相关模型进行统计分析;同时通过研讨使研究生深入掌握生物信息学中的主流科研动向,最新技术,对生物信息不同应用领域有初步了解。培养学生的研究性学习能力,开阔眼界,为将来的研究与应用打好基础。

内容提要:

本课程围绕八个问题展开。

Topic 1: 序列特征检测: DNA 序列分析,各种 DNA 特征的识别 (promoter, 关键位点, CpG 岛), 基于隐马氏模型建模

Topic 2: 序列比对: 两序列比对, 多序列比对

Topic 3: 分子进化: 分子钟, 进化模型, 进化树构建

Topic 4: 模体发现: ChIP-Chip, ChIP-seq, 转录因子结合位点, EM 算法, MCMC, Gibbs 采样, 深度学习

Topic 5: 基因表达数据分析: 微阵列, RNA-seq, 选择性剪切, 同源异构体表达量估计, 聚类分析, T-检验, Wilcoxon 检验, 分类, 预测, 变量选择

Topic 6: 基因网络推断: Pearson 相关, Spearman 相关, 距离相关, 相关矩阵, 精度矩阵, 贝叶斯网络推断

Topic 7: 蛋白质相互作用网络预测及其分析: 网络预测方法, 基于网络的推断, 网络模块, 网络模体

Topic 8: 高维数据降维方法: 主成分分析, 奇异值分解, 多维标度, 非负矩阵分解

第一章: 生物背景和课程简介

第二章: 隐马氏模型及其应用

1. 马氏链 2. HMM 理论 3. HMM 和基因识别 (Topic 1)

第三章: 序列比对中的统计模型 (Topic 2)

第四章: 进化树的概率模型 (Topic 3)

第五章: 模体发现中的概率统计模型 (Topic 4)

1. 模体发现问题 2. EM 算法 3. 马氏链蒙特卡洛 4. 深度学习方法在模体发现上的应用

第六章: 基因表达数据分析 (Topic 5)

1. 微阵列和表达度量 2. 类型比较 3. 聚类分析 4. 分类和预测 5. 变量选择

第七章: 基因网络推断 (Topic 6)

1. 相关检验 2. 贝叶斯网络 3. 高斯图模型

第八章: 蛋白质相互作用网络分析 (Topic 7)

1. 蛋白质相互作用网络 (实验方法与预测) 2. 基于网络的推断 3. 网络模块 4. 网络模体

第九章: 降维及其应用 (Topic 8)

教学方式: 课堂讲授, 每周 3 学时, 结合研究性课题探讨。

教材与参考书:

学生成绩评定方法: 两个 Project, 各 50 分。

课程修订负责人: 邓明华

课程号: 00102893

课程名称: 生物统计

开课学期: 春

学分: 3

先修课程: 高等代数、微积分、数理统计、概率论

基本目的: 得益于现代科学技术的快速发展,目前生物科学家可以在短时间内产生大量的数据。这些生物技术的普及使得生物大数据的分析已经变成了生物学研究及应用的关键。课程将主要讲授在生物数据分析中特别是近年来高通量生物数据分析中常用的统计方法,并基于软件 R 介绍利用这些方法进行生物数据分析的具体实例。

内容提要:

1. 统计及生物统计概要

2. 数据探索性分析、可视化

3. 生物统计中常用的假设检验和置信区间估计方法

参数假设检验、非参数假设检验、Bootstrap 方法、多重假设检验

4. 生物统计中常用的回归分析方法

线性回归分析、广义线性回归、非线性回归方法、混合效应回归模型

5. 生存分析

KM 估计、log rank 检验、Cox 回归

6. 高维生物统计学方法

降维方法: 主成分分析、非负矩阵分析、LLE、DiffusionMap、tSNE

模型选择方法: 模型衡量准则、逐步变量选择方法、罚函数方法

超高维数变量筛选方法: 线性模型中的变量筛选、非线性模型中的变量筛选

7. 生物数据的分类、聚类分析

分类方法: 逻辑回归、支持向量机、随机森林等分类方法

聚类方法: K-means、混合正态模型、隐马氏模型等聚类方法

教学方式: 以课堂讲授为主,每周 3 学时

教材与参考书:

1. Introduction to Data Science: Data Analysis and Prediction with R, Rafael A. Irizarry
2. Generalized Additive Models: An Introduction with R, Simon Wood
3. The Elements of Statistical Learning, Jerome H. Friedman, Robert Tibshirani, and Trevor Hastie
4. Advanced Data Analysis from an Elementary Point of view, Cosma Rohilla Shalizi
5. Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R, Alain F. Zuur, Anatoly A. Saveliev, Elena N. Ieno, and Graham M. Smith
6. An Introduction to Statistical Learning with Applications in R, Gareth James, Daniela Witten, Trevor Hastie and Robert Tibshirani
7. Bootstrap Methods: A Guide for Practitioners and Researchers, Michael R. Chernick

学生成绩评定方法: 作业 30%, 大作业 70%。

课程修订负责人: 席瑞斌

课程号: 00137960

课程名称: 统计思维

开课学期: 春

学分: 3

先修课程: 微积分、线性代数

基本目的: 该课程提供一个较为系统、基础、前沿性的统计学概论，课程主要包含：统计学原理、统计推理、贝叶斯推理、统计模型和方法等。帮助学生学会如何实现或应用统计学方法和模型，并能掌握统计学所蕴含的数学机理，从而培养学生的统计分析与思维能力。

内容提要:

1 Basic Concepts and Applications

1) Likelihood 2) Sufficiency 3) Exponential family 4) Frequentist 5) Minimax theory

2 Interpretations of Uncertainty

3 Statistical Inference

1) Inference, learning and information 2) parametric and nonparametric methods
3) The Bootstrap 4) Hypothesis testing and p-values

4 Bayesian Inference

1) The Bayesian paradigm 2) Parametric models 3) Statistical decision theory

5 Statistical Models and Methods

1) Linear models 2) Generalized linear models 3) Generalized additive models
4) Random effect models 5) Robust estimation 6) Online learning

6 Nonparametric Statistics

1) The bootstrap and the jackknife 2) Nonparametric regression 3) Density estimation

7 Advantaged Topics

1) Design and analysis of experiments 2) A/B test 3) Empirical Bayes
4) False discovery rate 5) Large-scale hypothesis testing

教学方式: 课堂讲授，每周 3 学时

教材与参考书:

1. Cox, D. R. (2006). Principles of Statistical Inference. Cambridge University Press.
2. Efron, B. and Hastie, T. (2016). Computer Age Statistical Inference: Algorithms, Evidence, and Data Science. Cambridge University Press.
3. Rao, C. R. (1997). Statistics and Truth: Putting Chance to Work (2nd ed.). World Scientific.
4. Stigler, S. M. (2016). The Seven Pillars of Statistical Wisdom. Harvard University Press.

学生成绩评定方法: 平时作业 50%，期末论文 50%。

课程修订负责人: 张志华 林伟

课程号: 00137290

课程名称: 高维概率论

开课学期: 秋

学分: 3

先修课程: 概率论, 线性代数, 数学分析, 机器学习导论

基本目的: 数据科学和人工智能在应用领域取得了巨大的成功, 它们同时也带来了新的基础理论问题。一些高等的概率统计知识对研究这些基础问题是必要的。这门课主要目的是提供这方面的知识。课程内容包括: 独立随机变量和的集中不等式, 高维随机向量不等式, 随机矩阵不等式, 经验过程, chaining, 统计学习理论, 深度学习理论选题。

内容提要:

1. 基本概念 (4 学时)
2. 独立随机变量和的集中不等式 (6 学时)
3. 高维随机向量不等式 (6 学时)
4. 随机矩阵不等式 (6 学时)
5. 经验过程 (6 学时)
6. Chaining (6 学时)
7. 统计学习理论 (6 学时)
8. 深度学习理论选题 (8 学时)

教学方式: 课堂讲授, 每周 3 学时

教材与参考书:

1. Vershynin, R. (2018). High-Dimensional Probability: An Introduction with Applications in Data Science. Cambridge University Press.
2. Boucheron, S., Lugosi, G. and Massart, P. (2013). Concentration Inequalities: A Nonasymptotic Theory of Independence. Oxford University Press.
3. Talagrand, M. (2021). Upper and Lower Bounds for Stochastic Processes: Decomposition Theorems (2nd ed.). Springer.
4. Shalev-Shwartz, S. and Ben-David, S. (2014). Understanding Machine Learning: From Theory to Algorithms. Cambridge University Press.

学生成绩评定方法: 平时作业 30%, 期中考试 30%, 期末考试 40%

课程修订负责人: 张志华

课程号: 00103335

课程名称: 深度学习与强化学习

开课学期: 秋季

学分: 3

先修课程: 概率论、数理统计/统计学习/机器学习

基本目的: 深度学习与强化学习是近年来人工智能取得重大突破的核心技术,是极为成功和得到广泛应用的机器学习方法。在对机器学习的一般原理和方法已有初步了解的基础上,本课程将从一些重要的应用问题出发,介绍深度学习与强化学习的基本概念和方法、数学基础和理论、优化算法和应用案例等。

内容提要:

第一部分: 引言

应用问题 (2 学时); 机器学习基础 (2 学时)

第二部分: 深度学习

深度学习的基本概念 (2 学时); 前馈神经网络 (3 学时); 深度学习的正则化 (3 学时); 深度学习的优化 (3 学时); 卷积神经网络 (3 学时); 循环神经网络 (3 学时); 自编码器与生成模型 (3 学时); 应用案例 (2 学时)

第三部分: 强化学习

强化学习的基本概念 (2 学时); 多臂赌博机 (3 学时); 马尔可夫决策过程 (3 学时); 动态规划 (3 学时); 蒙特卡洛方法 (3 学时); 时间差分学习 (3 学时); 深度强化学习 (3 学时); 应用案例 (2 学时)

教学方式: 课堂讲授, 每周 3 学时

教材与参考书:

1. Goodfellow, I., Bengio, Y. and Courville, A. (2016). Deep Learning. MIT Press.
2. Sutton, R. S. and Barto, A. G. (2018). Reinforcement Learning: An Introduction (2nd ed.). MIT Press.
3. Stevens, E., Antiga, L. and Viehmann, T. (2020). Deep Learning with PyTorch. Manning.
4. Powell, W. B. (2022). Reinforcement Learning and Stochastic Optimization: A Unified Framework for Sequential Decisions. Wiley.

学生成绩评定方法: 平时作业 20%, 期中考试 40%, 大作业 40%。

课程修订负责人: 林伟

课程号: 00137130

课程名称: 深度学习: 算法与应用

开课学期: 春

学分: 3

先修课程: 课程要求学生熟悉至少一门编程语言, 对机器学习有基本的了解。

基本目的:

内容提要:

一、预备知识

1.1 线性代数、信息论、数值分析 (3 学时)

1.2 机器学习基础 (3 学时)

二、深度学习基础

2.1 深度前馈网络 (3 学时)

2.2 深度学习中正则化技术 (3 学时)

2.3 训练深度网络的优化算法 (3 学时)

2.4 卷积网络 (3 学时)

2.5 递归网络 (3 学时)

三、应用

3.1 实现的技巧 (3 学时)

3.2 视觉计算 (6 学时)

3.3 机器翻译 (3 学时)

四、高等深度学习技术

4.1 自编码器 (3 学时)

4.2 贝叶斯方法与推理近似 (6 学时)

4.3 生成模型 (3 学时)

4.4 对抗网络 (3 学时)

教学方式: 课堂讲授与文献阅读, 每周 3 课时

教材与参考书:

学生成绩评定方法: 平时作业 40 %, 大作业 60%。

课程修订负责人: 张志华

课程号: 08408010

课程名称: 强化学习: 理论与算法

开课学期: 春

学分: 3

先修课程: 概率论, 深度学习, 程序设计。

基本目的: 内容提要:

第一章 引言 (4 学时)

- 1.1 强化学习的历史
- 1.2 强化学习与其它机器学习方法的关系
- 1.3 案例展示

第二章 马尔可夫决策过程 (8 学时)

- 2.1 Finite Horizon Problems
- 2.2 Infinite Horizon Problems
- 2.3 价值迭代
- 2.4 策略迭代

第三章 折扣马尔可夫决策过程 (8 学时)

- 3.1 价值评价
- 3.2 最优性评价
- 3.3 价值迭代
- 3.4 策略迭代

第四章 近似动态规划 (8 学时)

第五章 近似价值函数 (8 学时)

第六章 学习近似函数估计 (8 学时)

第七章 应用 (12 学时)

- 7.1 棋类
- 7.2 机器人
- 7.3 其它

教学方式: 课堂讲述为主, 最后留几节课给学生展示。

教材与参考书:

学生成绩评定方法: 平时作业 40%, 大作业 60%。

课程修订负责人: 张志华

课程号: 00130550

课程名称: 数值代数

开课学期: 秋

学分: 3

先修课程: 数学分析 (或高等数学)、高等代数 (或线性代数)

基本目的:

数值代数是计算数学专业的一门专业基础必修课程。通过本课程的学习, 使学生掌握数值代数的基本计算方法, 培养学生对算法进行理论分析的初步能力。

内容提要:

一、线性方程组的直接解法 (8 学时)

三角形方程组和三角分解, 三角分解的计算, 选主元三角分解, 平方根法, 分块三角分解。

二、线性方程组的敏度分析与消去法的舍入误差分析 (10 学时)

向量范数和矩阵范数, 线性方程组的敏度分析, 基本运算的舍入误差分析, 列主元 Gauss 消去法的舍入误差分析, 计算解的精度估计和迭代改进。

三、最小二乘问题的解法 (4 学时)

最小二乘问题的数学理论, 正交变换, 正交化方法。

四、线性方程组的古典迭代解法 (8 学时)

Jacobi 迭代和 Gauss-Seidel 迭代, 收敛性分析, 模型问题, 超松弛迭代法。

五、共轭梯度法 (6 学时)

最速下降法, 共轭梯度法及其基本性质, 实用共轭梯度法及其收敛性, 预优共轭梯度法, Krylov 子空间法。

六、非对称特征值问题的计算方法 (10 学时)

基本概念与性质, 幂法, 反幂法, QR 方法, 求解矩阵广义特征值问题的 QZ 方法。

七、对称特征值问题的计算方法 (8 学时)

基本性质, 对称 QR 方法, Jacobi 方法, 二分法, 分而治之法。

教学方式: 本课程以课堂讲授为主, 辅以课后作业和上机实验。本课程每周 3 学时, 按每学期 17 周计, 共计 51 学时。为了学生更好地掌握所学方法, 每周应安排 3 小时的上机实验, 实验内容和题目可根据学生的具体情况来安排。本大纲所包括内容可根据 ([具体情况]) ([进行适当的增]) ([减])。

教材与参考书:

1. 徐树方, 高立, 张平文编著, 数值线性代数, 北京大学出版社, 2000。
2. 徐树方编著, 矩阵计算的理论与方法, 北京大学出版社, 1995。
3. J.W.Demmel, Applied Numerical Linear Algebra, Philadelphia, 1997。

学生成绩评定方法: 平时成绩 40% (上机作业 20%, 书面作业 20%), 期末考试成绩 60%。

课程修订负责人: 胡俊

课程号: 00130560

课程名称: 数值分析

开课学期: 秋

学分: 3

先修课程: 数学分析、高等代数、常微分方程、初等概率论

基本目的: 数值分析是计算数学专业的一门专业基础必修课程。通过本课程的学习,使学生掌握科学与工程计算中的基本方法,培养学生的基本编程能力,以及应用计算机来解决实际问题的能力。

内容提要:

一、引论 (约 2 学时)

绝对误差与相对误差, 误差对计算的影响, 稳定性。

二、函数逼近 (约 10 学时)

Lagrange 插值, Newton 插值, 分段低阶多项式插值, ENO 插值, 最小二乘多项式拟合, 最佳平方逼近, 正交多项式。

三、数值微分与数值积分 (约 8 学时)

数值微分, 矩形公式, 梯形公式与 Simpson 公式, 复合求积法与 Romberg 积分, Gauss 积分, 周期函数积分的谱精度。

四、非线性方程的数值解法 (约 6 学时)

二分法, 对方程的 Newton 法, 对方程组的 Newton 法及拟 Newton 法。

五、常微分方程数值解法 (约 8 学时)

Euler 法, 预估-校正法, Runge-Kutta 方法, 线性多步法, 辛算法。

六、快速算法 (约 4 学时)

离散 Fourier 级数, 快速 Fourier 变换。

七、Monte Carlo 方法 (约 8 学时)

伪随机数发生器, 减小方差技巧, Metropolis 算法。

教学方式: 本课程以课堂讲授为主, 辅以课后作业和上机实验。本课程每周 3 学时, 按每学期 17 周计, 共计 51 学时。为了学生更好地掌握所学方法, 每周应安排 3 小时的上机实验, 实验内容和题目可根据学生的具体情况来安排。本大纲所包括内容可根据 ([具体情况]) ([进行适当的增]) ([减])。

教材与参考书:

1. 张平文, 李铁军: 数值分析, 北京大学出版社, 2007。
2. R.L. Burden and D. Faires, Numerical analysis, 7th edition, Thomson Learning, 2001。
3. Quarteroni, R. Sacco and F. Saleri, Numerical Mathematics, Springer-Verlag, New York, 2000。
4. J. Stoer and R. Bulirsch, An introduction to numerical analysis, Springer-Verlag, New York, 2002。
5. N. Madras, Lectures on Monte Carlo methods, AMS, Providence, 2002。

学生成绩评定方法: 平时 40% (书面作业 20%, 上机作业 20%), 期末考试 60%。

课程修订负责人: 李铁军

课程号: 00130630

课程名称: 最优化方法

开课学期: 秋

学分: 3

先修课程: 数学分析、数值代数

基本目的: 学习解决光滑优化和非光滑优化的基本算法和理论。希望通过本课程的学习,培养学生优化建模,设计合适的计算方法来寻找问题的最优解,探索研究模型和算法的理论性质,考察算法的计算性能等多方面的能力。

内容提要:

一、优化建模与理论

1. 优化问题概论, 3 学时
2. 凸集, 3 学时
3. 凸函数, 3 学时
4. 凸优化问题: 线性规划, 二次锥规划, 半定规划, 3 学时
5. 对偶理论和最优性条件, 3 学时

二、无约束优化算法与理论

1. 线搜索和梯度下降算法, 3 学时
2. 次梯度和次梯度算法, 3 学时
3. 牛顿法、拟牛顿法、信赖域算法, 3 学时
4. 非线性最小二乘算法, 3 学时

三、约束优化和复合函数优化算法与理论

1. 罚函数法和增广拉格朗日函数法, 3 学时
2. 近似点算子和近似点梯度法, 3 学时
3. Nesterov 加速算法, 3 学时
4. 对偶算法, 3 学时
5. 交替方向乘子法, 3 学时
6. 坐标下降法, 3 学时
7. 半光滑牛顿法, 3 学时

教学方式: 讲堂讲授, 每周 3 学时

教材与参考书:

1. 刘浩洋, 户将, 李勇锋, 文再文, 《最优化: 建模、算法与理论》, 高等教育出版社。
2. 袁亚湘, 孙文瑜, 《最优化理论与方法》, 科学出版社, 1997。

学生成绩评定方法: 书面与上机作业 40%, 期中考试 30%, 期末考试 30%

课程修订负责人: 文再文

课程号: 00135520

课程名称: 偏微分方程数值解

开课学期: 秋

学分: 3

先修课程: 数值分析、数值代数和偏微分方程或数学物理方程初步、有限元部分还需要某些实变函数和泛函分析知识。

基本目的: 学习和掌握偏微分方程数值方法的基本知识, 包括格式的选取、稳定性和收敛性分析、算法的实现等, 并且培养学生在偏微分方程数值求解方面分析问题和解决问题的能力, 以及实际编程计算的能力。

内容提要:

一、微分方程基础和椭圆型方程的差分方法 (约 6 学时) 基本方程的分类, 推导和傅里叶分析, 网格、网格函数与差分逼近, 有限差分格式、有限体积格式, 截断误差、相容性、稳定性与收敛性, 边界条件的处理, 基于最大值原理的误差估计, 渐近误差分析与外推。

二、抛物型方程的有限差分方法 (约 8 学时) 显式与隐式格式, 截断误差、相容性、稳定性、收敛性, 最大值原理与一致稳定性, Fourier 分析方法与 L^2 稳定性, 耗散与守恒性, 交替方向隐式格式、局部一维格式和算法的并行性。

三、双曲型方程的有限差分方法 (约 8 学时) 一阶双曲型方程 (组), 特征线法, 影响区域、依赖区域和 CFL 条件, 迎风格式与 Lax-Wendroff 格式, Fourier 分析与差分格式的耗散、色散和 L^2 稳定性, 二阶双曲型方程, 显式与隐式格式, 稳定性的能量分析方法。

四、线性发展型方程有限差分方法的一般理论和拓展选讲 (约 6 学时) Lax 等价定理, von Neumann 稳定性和强稳定性, 修正方程分析, 能量法分析, 混合型方程的差分方法, 一些非线性方程的差分方法及其分析的选讲。

五、椭圆边值问题的变分形式 (约 4 学时) 抽象变分问题, Lax-Milgram 引理, 索伯列夫空间论初步, 定义, 逼近定理, 嵌入定理, 迹定理, 紧嵌入。二阶椭圆型边值问题弱解的存在唯一性、及其与古典解的等价性。

六、椭圆边值问题的有限元方法 (约 4 学时) Galerkin 方法和 Ritz 方法, 有限元空间的构造, 刚度矩阵和载荷向量的计算, 有限元代数方程组, 有限元解的存在唯一性。

七、椭圆边值问题有限元解的误差估计 (约 6 学时) 抽象误差估计, 插值误差估计, 由数值积分引起的相容性误差估计

八、微分方程数值解的其他专题选讲 (约 2 学时) 有限元解的后验误差估计子, 自适应方法, 谱方法简介。

教学方式: 每周授课 3 学时, 学生在课外完成书面作业和上机实习作业。课堂授课总学时 44。

教材与参考书:

1. 李治平: 偏微分方程数值解讲义, 自编 (将于 2010 年由北京大学出版社出版)
2. Morton, Mayers: Numerical Solution of Partial Differential Equations, Cambridge University Press, (中译本, 人民邮电出版社)
3. 李荣华、冯果忱: 微分方程数值解法 (第三版), 高等教育出版社。
4. 胡祖织、雷功炎: 偏微分方程初值问题差分方法, 北京大学出版社。
5. 应隆安: 有限元方法讲义, 北京大学出版社。
6. 汤怀民、胡健伟: 微分方程数值方法, 南开大学出版社。
7. Randall J. LeVeque, Finite Difference Methods for Ordinary and Partial Differential Equations, Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM), Philadelphia.
8. Claes Johnson, Numerical solution of partial differential equations by the finite element method, Cambridge University Press.

学生成绩评定方法: 书面和上机作业约占 50%, 期考约占 50%。

课程修订负责人: 周珍楠

课程号: 00130640

课程名称: 流体力学引论

开课学期: 春

学分: 3

先修课程: 数学分析、高等代数、偏微分方程

基本目的: 本课程是计算数学专业高年级本科生的选修课, 是计算数学专业研究生课程“计算流体力学”课的先修课。本课程的内容是系统介绍流体力学的基本概念, 基础理论和所涉及的偏微分方程组的推导过程。

内容提要:

第一章 流体力学的基本概念

1.1 流体的连续介质模型 1.2 作用于流体上的力 1.3 流体的粘性和压缩性

第二章 流体运动学

2.1 描述流体运动的两种方法 2.2 流场的几何描述 2.3 质点加速度公式与质点导数
2.4 Helmholtz 速度分解定理与流体本构方程 2.5 有旋运动与无旋运动

第三章 流体动力学基本方程组

3.1 建立流体动力学方程的方法 3.2 流体动力学的积分方程
3.3 流体动力学的微分方程 3.4 热力学状态方程

第四章 理想流体动力学

4.1 Euler 方程 4.2 初边值条件 4.3 Bernoulli 方程 4.4 理想流体的旋涡运动
4.5 理想不可压无旋流动

第五章 粘性不可压流体动力学

5.1 不可压 Navier-Stokes 方程 5.2 粘性不可压流体的涡量与流函数
5.3 无量纲化的不可压 Navier-Stokes 方程 5.4 N-S 方程的几个分析解
5.5 层流和湍流 5.6 小 Reynolds 数运动
5.7 层流边界层理论 5.8 湍流引论

第六章 气体动力学

6.1 基本方程 6.2 声速和 Mach 数 6.3 定常平面流动和流函数
6.4 有限振幅波的传播 6.5 正激波关系式和熵条件

教学方式: 讲堂授课, 每周 3 学时

教材与参考书:

1. A. J. Chorin and J. E. Marsden, A mathematical introduction to fluid mechanics, Springer-Verlag, New York, 1993.
2. G. K. Batchelor, An introduction to fluid dynamics, Cambridge University Press, New York, 2000.
3. S. H. Lamb, Hydrodynamics, Cambridge University Press, Cambridge, 1932.
4. 吴望一, 流体力学(上), 北京大学出版社, 1983.

学生成绩评定方法: 作业 20%, 期末考试 80%。

课程修订负责人: 李若

课程号: 00113690

课程名称: 随机模拟方法

开课学期: 秋

学分: 3

先修课程: 初等概率论, 常微分方程, 偏微分方程

基本目的: 讲授基本的应用随机分析和随机模拟方法知识, 通过科学与工程实际中的活生生的应用例子让学生掌握将随机分析知识应用到具体问题中的思想和手段。

内容提要:

第一章: 随机变量的基本理论

常用随机变量的分布, 概率空间

期望、方差、条件期望

Borel-Cantelli 引理

特征函数

常用收敛性概念

伪随机数的生成

方差减小技巧

第二章: 极限定理

大数律

中心极限定理

遍历定理

大偏差理论

极大值的分布理论

第三章: 马尔科夫过程

马尔科夫链

泊松过程

Chapman-Kolmogorov 方程

马尔科夫半群的生成元

Metropolis 算法, KMC 算法

第四章: Wiener 过程

高斯过程, Wiener 过程

不变原理

Wiener 过程基本性质

Wiener 测度

第五章: 随机微分方程

Ito 积分 Ito 公式 Stratonovich 积分 随机微分方程数值解

第六章: Fokker-Planck 方程

前向与后向方程 首出时问题, Kramers 反应速度理论

随机微分方程的不变测度 偏微分方程的随机算法

第七章: 应用

稀有事件 化学反应随机动力学 复杂流体

教学方式: 讲堂讲授 48 学时, 每周 3 学时。课后上机 6 学时, 平时作业。

教材与参考书:

1、Tiejun Li and Weinan E: Applied Stochastic Analysis

2、Kloeden and Platen: Numerical solution of stochastic differential, Springer.

3、Oksendal: Stochastic differential equation, Springer.

学生成绩评定方法: 平时成绩 40%, 期末考试 60%。

课程修订负责人: 李铁军

课程号: 00136720

课程名称: 大数据分析中的算法

开课学期: 秋

学分: 3

先修课程: 数学分析、数值代数

基本目的: 本课程旨在面向数学以及相关学科的研究生讲授大数据分析中算法与理论。培养学生针对科学和工程实际问题建立合适数学模型的能力,选择和运用合适算法和软件的能力,进一步进行高效算法设计和理论分析的能力。

内容提要:

1. 优化问题概论, 2 学时
2. 凸优化简介: 线性规划、半定规划等, 3 学时
3. 对偶理论和最优性条件, 3 学时
4. 线性规划单纯形方法和内点法, 2 学时
5. 压缩感知和稀疏优化基本理论, 3 学时
6. 压缩感知和稀疏优化算法, 3 学时
7. 最优运输算法, 3 学时
8. 线性整数规划算法, 4 学时
9. 图和网络流问题算法, 2 学时
10. 次模优化算法, 2 学时
11. 随机数值代数算法, 3 学时
12. 随机优化算法, 3 学时
13. 高维数据降维算法, 3 学时
14. 推荐系统与低秩矩阵恢复的算法, 3 学时
15. 相位恢复算法, 3 学时
16. 强化学习算法, 6 学时

教学方式: 讲堂讲授, 每周 3 学时

教材与参考书:

1. 刘浩洋, 户将, 李勇锋, 文再文, 《最优化: 建模、算法与理论》, 高等教育出版社。
2. 袁亚湘, 孙文瑜, 《最优化理论与方法》, 科学出版社, 1997。

学生成绩评定方法: 书面与上机作业 40%, 期中考试 30%, 期末考试 30%

课程修订负责人: 文再文

课程号: 00130280

课程名称: 计算方法B

开课学期: 秋

学分: 3

先修课程: 高等数学、线性代数、初等概率论

基本目的: 本课程为计算数学方向几门基础课(数值代数, 数值分析, 最优化理论与算法)等的整合, 面向数学学院非计算数学专业和理工科专业学生。学习和掌握计算方法的基本概念及基本方法, 运用计算方法解决科学与工程计算问题。

内容提要:

预备知识: 向量、矩阵范数, 正交变换(Householder, Givens), 矩阵分解(LU, QR, Schur, SVD) (4学时)

线性方程组的直接解法(算法, 线性方程组的条件数) (4 学时)

小规模特征值/奇异值问题(Power, Jacobi, QR) (4 学时)

最小二乘问题(4学时)

线性方程组的传统迭代算法(3学时)

多项式插值, 拉格朗日插值(3学时)

数值微分和积分(4学时)

常微分方程数值解(4学时)

凸集, 凸函数, 凸优化问题, 非光滑优化问题(3学时)

无约束优化最优性条件, 带约束优化最优性条件(3学时)

无约束优化: 线搜索算法, 梯度法, 牛顿法, 非线性共轭梯度法, 拟牛顿法(6学时)

非线性最小二乘和非线性方程组(3学时)

带约束优化算法: 罚函数法, 增广拉格朗日函数法(3学时)

*正则化方法, 随机优化算法(3学时)

教学方式: 讲堂讲授, 每周3学时

教材与参考书:

徐树方, 高立, 张平文: 《数值线性代数》, 北京大学出版社。

张平文, 李铁军: 《数值分析》, 北京大学出版社。

高立: 《数值最优化方法》, 北京大学出版社。

学生成绩评定方法: 平时作业 20%; 期中考试 30%; 期末考试 50%。

课程修订负责人: 张磊

课程号: 00136660

课程名称: 凸优化

开课学期: 秋

学分: 3

先修课程: 数学分析（高等数学），高等代数（线性代数）

基本目的: 随着科学与工程的发展，凸优化理论与方法的研究迅猛发展，在科学与工程计算，数据科学，信号和图像处理，管理科学等诸多领域中得到了广泛应用。通过本课程的学习，掌握凸优化的基本概念，对偶理论，典型的几类凸优化问题的判别及其计算方法，熟悉相关计算软件。

内容提要:

本课程面向高年级本科生和研究生。

内容提要和学时分配:

1. 凸优化简介， 3 学时
课程简介，凸优化问题介绍
2. 凸集，凸函数， 3 学时
凸集和凸函数的定义和判别
3. 数值代数基础， 3 学时
向量，矩阵，范数，子空间，Cholesky 分解，QR 分解，特征值分解，奇异值分解
4. 凸优化问题， 6 学时
典型的凸优化问题，线性规划和半定规划问题
5. 凸优化模型语言和算法软件， 3 学时
模型语言：AMPL, CVX, YALMIP；典型算法软件：SDPT3, Mosek, CPLEX, Gruobi
6. 对偶理论， 3 学时
对偶问题的转换和对偶理论
7. 梯度法和线搜索算法， 3 学时
最速下降法及其复杂度分析，线搜索算法，Barzilar-Borwein 方法
8. 近似点梯度法， 3 学时
近似点梯度法的构造和分析
9. Nesterov 加速算法， 3 学时
Nesterov 加速算法的分析和应用
10. 交替方向乘子法及其变形， 6 学时
交替方向乘子法的构造，对偶方法，拆分方法
11. 内点算法， 6 学时
内点算法基本理论和算法
12. 凸优化在统计，信号处理和机器学习等中的应用， 3 学时
凸优化在统计，信号处理和机器学习等中的应用
13. 课程项目报告， 6 学时
学生分组做小课题报告

教学方式: 课堂讲授：80%；讨论：20%。

教材与参考书:

- 1、 Stephen Boyd and Lieven: Convex Optimization, Cambridge University Press, 2004.
- 2、 Jorge Nocedal and Stephen Wright: Numerical Optimization, Springer, 2006.
- 3、 袁亚湘，孙文瑜：最优化理论与方法，科学出版社，2003.

学生成绩评定方法: (1) 4-5 次大作业，包括习题和程序：40% (2) 课程项目：60%

要求: 作业和课程项目必须按时提交，迟交不算成绩，抄袭不算成绩。

课程修订负责人: 文再文

课程号: 04630790

课程名称: 数据科学导引

开课学期: 秋

学分: 3

先修课程: 微积分, 线性代数, 概率统计。

基本目的: 要求学生掌握: (1) 数据科学的基本思想和内容 (2) 处理数据分析问题的基本方法: 数据预处理, 数据探索, 分类, 回归, 降维等; (3) 深刻理解重要的几种机器学习算法, 包括线性回归, 随机森林, 支持向量机, 主成分分析等 (4) 优秀的实践操作能力, 使用编程语言实现机器学习算法。

内容提要:

第一节 课程介绍 (1 学时) 介绍数据科学的发展历史、数据科学包含的内容、数据类型及对应模型、介绍数据科学中的经典算法。

第二节 数据预处理 (2 学时) 介绍数据预处理的基本概念和内容, 重点介绍数字编码、One-Hot 编码、缺失值处理、异常值检测、数据标准化和数据离散化。

第三节 分类模型 (共 6 课时) 介绍分类问题的基本概念、分类问题的评价方法、代表性的分类算法。 3.1 分类问题介绍 (2 学时) 介绍分类问题概念, 分类问题的评价指标介绍、介绍基本的 K-近邻算法 3.2 支持向量机 (2 学时) 介绍支持向量机算法原理、原问题和对偶问题、核方法、SMO 算法 (Sequential minimal optimization) 3.3 集成分类 (2 学时) 介绍集成算法的基本概念, Bagging 和 Boosting 方法介绍, 介绍随机森林算法, 重点讲解 Boosting 算法的经典代表 AdaBoost 算法

第四节 聚类模型和 K-Means (2 学时) 介绍聚类的基本概念, 聚类问题的评价指标介绍, 介绍常见的聚类算法, 重点讲解经典的 K-Means 算法

第五节 回归模型 (2 学时) 介绍回归的基本概念, 回归问题的评价指标, 介绍线性回归和正则化的方法 (LASSO, Ridge 和 Elastic net)

第六节 特征选择和模型选择 (2 学时) 介绍特征选择的常用方法; 介绍模型选择的方法, 重点介绍交叉验证、模型调参的概念和方法

第七节 降维 (2 学时) 介绍降维的概念和意义, 介绍常用的降维算法, 重点讲解主成分分析 (PCA) 和线性判别分析 (LDA)

第八节 文本分析 (4 学时) 8.1 文本模型 (2 学时) 介绍文本表示方法, TF 模型 (Term Frequency) 和 TF-IDF 模型、讲解文本分类中经典的朴素贝叶斯算法 (Naïve Bayes) 8.2 主题分析 (2 学时) 介绍文本主题分析的概念和常见的主题分析模型, 如 LSA (Latent Semantic Analysis), pLSA (probabilistic Latent Semantic Analysis) 和 LDA 等, 重点讲解 LDA 主题分析模型 (Latent Dirichlet Allocation)。

第九节 图算法与社交网络分析 (4 学时) 9.1 链接分析 (2 学时) 介绍图分析的基本概念, 介绍链接分析的经典算法 PageRank 9.2 图结构分析和社区发现 (2 学时) 介绍从图结构中进行社区发现的概念和内容, 讲解社区发现的经典算法。

第十节 推荐系统 (2 学时) 介绍推荐系统的概念, 介绍基于邻域的推荐方法, 基于协同过滤的推荐算法, 讲解推荐系统的评价指标 (评分预测 RMSE 和 MAE, TopN 推荐中的精度和召回率, 覆盖率, 多样性的含义)

第十一节 神经网络和深度学习 (2 学时) 介绍神经网络的概念和发展历史, 讲解多层感知机算法和经典的后向传播算法 (Back Propagation), 讲解深度学习的基本原理。介绍深度学习的发展方向, 常见的深度学习模型。**第十二节 大规模数据与分布式计算 (3 学时)** 介绍大规模数据处理框架 MapReduce, 介绍适合批处理的大数据处理平台 Hadoop, 适合机器学习模型训练的 Spark 和分布式图处理平台。

教学方式: 这门课强调理论和实践经验相结合, 采用大班课堂教学, 每周 3 学时, 小班实际操作的模式。课堂教学 2/3, 实习 1/3。

教材与参考书: 1. 欧高炎, 朱占星, 董斌, 鄂维南: 数据科学导引, 高等教育出版社, 2017 年。
2. Kevin P. Murphy: Machine Learning: A Probabilistic Perspective, The MIT Press, 2012
3. Shalev-Shwartz, Shai, and Shai: Understanding machine learning From theory to, Cambridge University Press, 2014 年

学生成绩评定方法: 考勤 10%, 平时作业 30%, 课程项目 60%。 **课程修订负责人:** 吴磊

课程号: 00135050

课程名称: 理论计算机科学基础

开课学期: 春

学分: 3

先修课程: 数理逻辑

基本目的: 本课程的教学目标是使学生掌握可计算性的基本概念、基本计算模型、计算模型之间的等价关系以及计算复杂性理论的初步知识, 通过理论学习使学生理解理论计算机科学的基本思想, 扩展学生思维, 增强学生理论与工程实践相结合的能力。

内容提要:

一、预备知识 (1 学时)

数论函数、字函数、计算理论的发展历史、Church-Turing 论题简介

二、程序设计语言 S (1 学时) 程序设计语言 S、可计算函数、宏指令

三、原始递归函数 (6 学时)

原始递归函数、原始递归谓词、迭代运算、有界量词、极小化运算、配对函数、Gödel 数、原始递归运算、Ackermann 函数 (简介)、字函数的可计算性

四、通用程序 (4 学时)

程序的代码、通用性定理、停机问题、递归集与递归可枚举集

五、Turing 机 (6 学时)

Turing 机的基本模型、Turing 机的各种变形 (五元 Turing 机、单向无穷带 Turing 机、多带 Turing 机、离线 Turing 机)、非确定性 Turing 机、Turing 机与可计算性、Turing 机接受的语言、通用 Turing 机 (简介)

六、过程与文法 (4 学时)

半 Thue 过程、用半 Turing 过程模拟 Turing 机、文法、递归可枚举集与部分可计算函数、递归函数类与可计算函数类的等同性、Church-Turing 论题

七、不可判定的问题 (3 学时)

判定问题、可判定性、半可判定性、归约、Turing 机的停机问题、字问题和 Post 对应问题 (简介)、有关文法的不可判定问题

八、形式语言与自动机 (8 学时)

Chomsky 谱系、有穷自动机、有穷自动机与正则文法的等价性、正则表达式 (简介)、关于正则语言的泵引理、上下文无关文法、Chomsky 范式、Bar-Hillel 泵引理、下推自动机、上下文无关文法与下推自动机的等价性、确定型下推自动机 (简介)、上下文有关文法 (简介)

九、时间复杂性与空间复杂性 (4 学时)

Turing 机的运行时间和工作空间、计算复杂性类、空间可构造性、Savitch 定理、复杂性类的真包含关系

十、NP 完全性 (6 学时)

Cook-Karp 论题、P 与 NP、多项式时间变换、NP 完全性、Cook 定理、若干 NP 完全问题 (简介)、coNP

十一、PSPACE 类和 P 类 (3 学时)

PSPACE 完全性、带量词的布尔公式的可满足问题、广义地理学问题、带幂运算的正则表达式的全体性 (简介)、对数空间变换、L 类、NL 类、P 完全性

十二、随机算法与随机复杂性类简介 (2 学时)

近似算法、随机算法、概率 Turing 机、随机复杂性类

教学方式: 每周授课 3 学时

教材与参考书: 1. 张立昂:《可计算性与计算复杂性导引》, 第 2 版, 北京大学出版社, 2004.
2. Michael Sipser: Introduction to the Theory of Computation, second edition (影印本), 机械工业出版社, 2006. 中译本: 唐常杰, 陈鹏, 向勇, 刘齐宏 译:《计算理论导引》, 机械工业出版社, 2007.

学生成绩评定方法: 作业 30%, 期中考试 20%, 期末考试 50%。 **课程修订负责人:** 夏壁灿

课程号: 00110060

课程名称: 算法设计与分析

开课学期: 秋

学分: 3

先修课程: 高等数学, 数据结构, 离散数学, 概率论

基本目的: 本课程通过系列典型问题阐释计算机算法的重要设计策略: 贪心法, 分治法, 动态规划法, 图检索和周游方法, 回溯法等, 同时概述分析算法时间复杂度和效率的方法, 并简要介绍 NP 难度问题及相应的近似算法和随机算法。期望学生掌握算法评估的基本原理与方法; 提高设计新算法的能力。

内容提要:

第一章: 引言 (约 2 学时)

1) 计算机算法的概念, 算法评判的准则, 时间复杂度与空间复杂度的计算, 复杂度的渐近分析, 多项式复杂度算法和指数复杂度算法, 可行算法; 2) 算法语言: SPARKS

第二章: 分治法 (约 10 学时)

1) 分治法的原理, 整数位乘, Strassen 矩阵乘法, 快速 Fourier 变换; 2) 时间复杂度的递归表达式, Master 定理; 3) 二分检索算法; 4) 选择问题: 找最大和最小元素; 找最大和次大元素, 对手策略; 5) 排序问题: 插入排序; 堆排序, 归并排序; 快速排序, 排序算法时间复杂度的下界估计, 排序算法的优劣性比较; 6) 计算几何问题: 最近点对问题和凸包问题

第三章: 贪心法 (约 6 学时)

1) 最优化问题的框架, 贪心法的思路, 最小生成树的 Kruskal 算法; 2) 磁带上的最优存储, 最小延迟; 3) 背包问题; 4) 带有限期的作业调度; 5) 拟阵与贪心算法; 6) 最优根树

第四章: 动态规划法 (约 8 学时)

1) 多阶段问题与最优性原理, 矩阵连乘问题; 2) 最优二分检索树; 3) 最长递增子序列; 4) 0/1 背包问题; 5) 流水线调度问题; 6) 最长非递减子序列

第五章: 基本周游与检索方法 (约 8 学时)

1) 宽度优先检索与最少操作问题; 2) 深度优先检索, 有向图的拓扑序, 关键路径; 3) 有向图的强连通分图与无向图的双连通分图

第六章: 回溯法 (约 4 学时)

1) 回溯法原理, 骑士巡游问题; 2) 稳定婚姻问题

专题选讲 (约 6 学时)

1) 平摊分析; 2) NP-难度和 NP-完全问题简介; 3) 近似算法和随机算法简介

教学方式: 每周授课 3 学时

教材与参考书:

1. 余祥宣, 崔国华, 邹海明, “计算机算法基础”, 华中科技大学出版社, 1998。
2. E. Horowitz, S. Sahni, “Fundamentals of Computer Algorithms”, New York: Computer Science Press, Pitman, Inc., 1978.
3. Sara Baase, Allen Van Gelder, “Computer Algorithms: Introduction to Design and Analysis (Third Edition)”, Higher Education Press & Pearson Education Asia Limited., 2001.
4. Thomas H. Corman, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, Clifford Stein, “Introduction to Algorithms (Second Edition)”, Higher Education Press & The MIT Press, 2002. (有中译本)
5. D. E. Knuth, “The Art of Computer Programming (Third Edition): Fundamental Algorithms (Vol. 1)”, Addison-Wesley, 1998; 清华大学出版社 (影印), 2002.
6. D. E. Knuth, “The Art of Computer Programming (Third Edition): Sorting and Searching (Vol. 3)”, Addison-Wesley, 1998; 清华大学出版社 (影印), 2002.
7. Jon Kleinberg and Eva Tardos, “Algorithm Design”, Pearson Education Asia Limited and Tsinghua University Press, 2006. (有中译本)
8. M H Alsuwaiyel, Algorithms: Design Techniques and Analysis (Revised Edition), World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2016.

学生成绩评定方法: 作业 20%, 期末考试 80%。

课程修订负责人: 杨建生

课程号: 00130830

课程名称: 数字信号处理

开课学期: 秋

学分: 3

先修课程: 数学分析、线性代数、解析几何(高等数学)

基本目的: 数字信号处理是信息与计算科学专业信息方向的一门专业基础课, 具有很强的应用性。本课程主要讲述数字信号处理的基本概念、原理及方法, 培养学生用数学方法对信号进行分析和处理的意识和初步能力。

内容提要:

一、连续信号的频谱和傅氏变换(4学时)

1. 连续信号的频谱(定义、相位谱、振幅谱)
2. 频谱的基本性质(共轭、对称、时移、频移、展缩、翻转、微分等定理)

二、离散信号和抽样定理(6学时)

1. 离散信号频谱的定义
2. 带限信号、奈奎斯特频率、实截频信号的抽样定理
3. 非带限信号的抽样定理、重抽样定理、假频现象

三、滤波与褶积, Z变换(4学时)

1. 离散信号滤波的概念与褶积(卷积)的定义
2. 离散信号的Z变换(定义、Z变换与频谱的对应关系)

四、线性时不变滤波器与系统(4学时)

1. 线性时不变系统及其时间(脉冲)响应函数的定义
2. 串联、并联及反馈系统(概念、图解)
3. 有理系统的定义及其时间响应函数

五、冲激函数—— δ 函数(4学时)

1. δ 函数的定义、微商与频谱
2. 用 δ 函数求函数的频谱
3. 熟练掌握常见的傅氏变换对(连续和离散情形): 方波、三角波、高斯、单双边指数、 δ 、正余弦、梳状、符号、阶跃等。

六、希尔伯特变换与实信号的复数表示(4学时)

1. 连续和离散希尔伯特变换的定义(叙述)
2. 希尔伯特变换的应用(信号的包络、瞬时相位、瞬时频率)

七、有限离散傅氏变换(10学时)

1. 有限离散傅氏变换的定义(叙述)
2. 快速傅氏变换思想、公式(时域分解FFT算法、频域分解FFT算法)
3. 利用FFT计算卷积

八、相关分析(4学时)

1. 相关的概念;
2. 相关与卷积的关系;
3. 利用FFT计算相关函数

九、有限长脉冲响应滤波器和窗函数(4学时)

1. 理想滤波器(低通、高通、带通、带阻);
2. 吉布斯现象及其产生原因;
3. 时窗函数及其作用(叙述)

十、递归滤波器的设计(4学时)

1. 递归滤波(概念、稳定性的充分必要条件)
2. 由滤波函数获得稳定的递归滤波公式(正向递归滤波、反向递归滤波)

教学方式: 每周授课3学时, 采用理论讲授和编程实例结合式教学, 部分书本内容改为课下自学, 课上补充相关的信号处理应用专题。

教材与参考书:

1. 程乾生: 数字信号处理, 北京大学出版社, 2003.
2. 程乾生: 信号数字处理的数学原理, 石油工业出版社, 1993.
3. 张贤达: 现代信号处理, 清华大学出版社, 1995.
4. S. D. Stearns and D. R. Hush, Digital Signal Analysis, Prentice Hall, 1990.

学生成绩评定方法: 平时作业20%, 包括课后习题、编程作业和文献阅读报告。期中考试30%, 开卷考试。期末考试50%, 闭卷考试。

课程修订负责人: 毛珩

课程号: 00110950

课程名称: 人工智能

开课学期: 春

学分: 3

先修课程: 高等数学

基本目的: 人工智能是一门研究生（高年级本科生可选）专业基础课程，旨在讲授人工智能的基本理论、方法和技术，并落实到算法，主要内容包括：智能体，搜索算法，约束满足问题，逻辑智能体，自动推理，自动规划，知识表示，不确定知识和推理，决策，机器学习，自然语言理解，机器人等。授课内容参见讲义。参考资料选自国际优秀教材和重要文献。

内容提要:

一、引论 (3) 1. AI 2. 智能体

二、搜索算法 I (3) 1. 问题求解智能体 2. 基本搜索算法 3. 启发式搜索

三、搜索算法 II (3) 1. 局部搜索 2. 对抗搜索 3. 在线搜索 4. 元启发搜索

四、约束满足 (3) 1. 约束满足问题 2. 回溯搜索 3. 约束传播 4. 局部搜索 5. 结构与分解

五、逻辑智能体 (3) 1. 知识智能体 2. 命题逻辑 3. SAT 问题 4. 一阶逻辑 5. AI 逻辑基础

六、自动推理 (3) 1. 自动定理证明 2. 前推和反馈链 3. 归结 4. 模型检测

七、自动规划 (3) 1. 规划智能体 2. 经典规划 3. 分层规划 4. 情态演算 5. 偏序规划 6. 非经典规划 7. 排序

八、知识表示 (3) 1. 知识 2. 本体 3. 产生式系统 4. 定性物理 5. 结构描述 6. 框架与语义网络 7. 语义网 8. 知识图 9. 知识嵌入 10. 变化 11. 解释与诊断 12. 心智状态 13. 常识

九、不确定性 (3) 1. 不确定性 2. 概率 3. 贝叶斯网络 4. 概率推理 5. 动态贝叶斯网络 6. 因果推理 7. 概率程序设计 8. 概率逻辑

十、决策 (3) 1. 决策智能 2. 优先性 3. 效用 4. 决策网络 5. 序列决策 6. 多智能体系统 7. 博弈论

十一、机器学习 (3) 1. 学习智能体 2. 归纳学习 3. 深度学习 4. 统计学习 5. 强化学习 6. 迁移学习 7. 集成学习 8. 联邦学习 9. 解释学习 10. 计算学习理论

十二、自然语言理解 (3) 1. 语言学 2. 语法 3. 语义 4. 语言模型 5. 神经语言系统 6. 自然语言任务 7. 对话式 AI

十三、机器人 (3) 1. 机器人 2. 计算机视觉 3. 机器人感知 4. 运动规划 5. 控制器 6. 智能车

十四、人工智能哲学 (0-3) 1. AI 哲学 2. 弱 AI 3. 强 AI 4. 伦理 5. AI 的未来

教学方式: 讲堂讲授，每周 3 学时

教材与参考书: Stuart Russell & Peter Norvig, Artificial Intelligence: A Modern Approach, Pearson Education, 2020 (4e)

学生成绩评定方法: 作业 30%，期末考试 70%。

课程修订负责人: 林作铨

课程号: 00135040

课程名称: 程序设计技术与方法

开课学期: 秋

学分: 3

先修课程: 计算概论, 数据结构与算法

基本目的: 在学习了基本程序设计技术(计算概论), 算法与数据结构的基本概念和技术的基础上, 通过本课程进一步加强学生的程序设计能力和使用计算机解决问题的能力。约束编程、约束求解是近三十年来人工智能领域的一个重要研究方向, 约束编程是一种声明式的编程范式, 通过约束条件对变量之间的关系进行陈述, 给出问题解的一些属性规范, 并设计算法进行问题求解。课程中将讲解约束编程相关的技术与方法, 所讲授的主要内容包括约束满足问题(CSP)、约束编程的基本框架、约束求解工具、一致性问题、约束传播及检索算法等内容, 并对当前的新兴技术进行适当介绍。

内容提要:

1. **概论(2学时)** 约束编程基本概念, 约束编程应用。
2. **约束满足问题(4学时)** 约束满足问题的基本概念, 整数域、实数域上的约束满足问题, 布尔约束满足问题, 符号约束满足问题, 约束优化问题
3. **约束编程基本框架(4学时)** 约束满足问题的等价性, 约束求解过程, 约束传播, 布尔约束, 整数区间上的多项式约束
4. **完备约束求解器(4学时)** 证明规则与证明系统的基本概念, UNIF 证明系统, Martelli-Montanari 算法, 线性方程, Gauss-Jordan 消去算法, Gaussian 消去算法, 实数上的线性不等式, Fourier-Motzkin 消去算法
5. **局部一致性(4学时)** 结点一致性, 弧一致性, 超弧一致性, 有向弧一致性, 路径一致性, 有向路径一致性, k 一致性, 强 k 一致性, 关系一致性, 图与约束满足问题
6. **不完备约束求解器(6学时)** 等式及不等式约束, 布尔约束, 变换规则, 域消减规则, 整数区间上的线性约束, 整数区间上的算术约束, 实数域上的算术约束, 实数域上的算术约束和方程
7. **约束传播算法(4学时)** 一般循环算法, 从偏序到约束满足问题, 结点一致约束传播算法, 弧一致约束传播算法, 超弧一致约束传播算法, 有向弧一致约束传播算法, 路径一致约束传播算法, 有向路径一致约束传播算法, k 一致约束传播算法, 强 k 一致约束传播算法, 关系一致约束传播算法, 不完备约束求解器的实现
8. **检索算法(4学时)** 检索树, 标记树, 标记树上的检索算法, 回溯法, 分支限界法, 启发式方法
9. **约束编程语言及建模(4学时)** 变量、约束与表示法的选择, 约束编程语言, 约束传播, 约束求解器, 检索方法
10. **新兴技术介绍与讨论(12学时)** 神经网络验证、不变式合成、SMT 问题等

教学方式: 讲堂讲授+讨论, 每周 3 学时

教材与参考书:

1. Harold Abelson, Gerald Jay Sussman, Julie Sussman, Structure and Interpretation of Computer Programs, MIT. 中译本《计算机程序的构造与解释》, 机械工业出版社。
2. Krzysztof Apt. Principles of Constraint Programming. Cambridge University Press, 2003.
3. Francesca Rossi, Peter van Beek, Toby Walsh. Handbook of Constraint Programming. Elsevier, 2006.
4. Thom Frühwirth, Slim Abdennadher. Essentials of Constraint Programming. Springer, 2003.

学生成绩评定方法: 平时成绩 10%, 前沿研究报告 40%, 期末课程论文 50%。

课程修订负责人: 孙猛

课程号: 00130030

课程名称: 信息科学基础

开课学期: 春

学分: 3

先修课程: 数学分析、高等代数、概率论

基本目的: 学习和掌握信息的度量、表示和传输的基本理论, 培养学生运用信息的概念和编码方法解决信息处理和传输过程中信息压缩、噪声干扰和失真方面的基本问题的能力, 并为其它信息科学的专业课程奠定基础。

内容提要:

一、 概论 (2 学时)

信息科学的基本问题, 主要分支介绍, 信息理论的发展简史, 特点与应用。

二、 信息与熵 (6 学时)

信源、信息的度量和 Shannon 熵, 联合熵的定义与性质, 条件熵的定义与性质, 它们之间的关系, 信息度量的公理化表示及其熵的唯一性, 熵函数的性质: 非负性、极值性、可加性、对称性、扩展性、凸性, 连续型随机变量的微分熵及其基本性质。

三、 互信息 (6 学时)

事件的互信息、两个随机变量之间的互信息, 互信息与其他熵之间的关系, 多个随机变量的互信息, 互信息函数的性质, 连续型随机变量的互信息。

四、 离散信源的无差错编码 (10 学时)

信源, 信源的分类, 信源编码, 渐近等同分割性, 离散无记忆信源的定长编码定理, 前缀码, Kraft 不等式, Huffman 编码与最优编码定理, 离散平稳信源及其编码定理, 马尔可夫信源及其编码定理。

五、 离散无记忆信道的编码理论 (10 学时)

信道容量的定义, 基本性质, 简单信道的容量计算, 一般信道的容量迭代算法, 信道编码, 译码方法, 理想译码器, 最大似然译码器, 联合典型序列, 信道编码定理, Fano 不等式, 逆编码定理, 信源-信道联合编码, 高斯信道模型、信道容量、编码定理、逆编码定理, 信道编码实例: 重复码和 Hamming 码。

六、 线性码 (4 学时)

线性分组码的定义及其代数表示, 系统编码、校验矩阵、系统码与线性码在性能上的等价性, 系统编码的最优译码, 线性码的差错概率和纠错能力 (充填半径、覆盖半径、最小距离 (重量), 完全码, 数多项式)。

七、 信源的率失真函数与熵压缩编码 (7 学时)

熵压缩编码, 失真度量, 信息速率失真函数---率失真函数, 率失真函数的基本性质, 连续无记忆信源的率失真函数, 上下界分析, 标量量化方法, 限失真编码定理。

教学方式: 讲堂讲授。

教材与参考书:

- 1、石峰 莫忠息: 信息论基础, 武汉大学出版社, 2002。
- 2、沈世镒 陈鲁生: 信息论与编码理论, 科学出版社, 2002。
- 3、叶中行: 信息论基础, 高等教育出版社, 2007。
- 4、黄德修: 信息科学导论, 中国电力出版社, 2001。

学生成绩评定方法: 作业 20%, 半期考 30%, 期考 50%。

课程修订负责人: 马尽文

课程号: 00130730

课程名称: 数理逻辑

开课学期: 秋

学分: 3

先修课程: 高等数学

基本目的: 数理逻辑是一个基础学科, 一门本科生(研究生可选)专业基础课程, 旨在讲授数理逻辑的基础。本课程主要内容是一阶逻辑演算, 包括命题逻辑, 谓词逻辑和基本数学系统, 涉及证明论、模型论、公理化集论和递归论, 证明哥德尔不完全性定理, 并介绍数学基础、自动定理证明和理论计算机科学。适用于数学、信息科学、计算机科学和哲学等专业的学生。本课程内容参见讲义。参考书选自国际优秀教材。

内容提要:

- 0 引言 1) 什么是数理逻辑? 2) 数理逻辑简史 3) 数理逻辑的应用和发展
- 1 命题逻辑: 语义(6) 1) 命题和连接符 2) 真值函数和真值表 3) 操作和替换规则 4) 范式 5) 连接符的完备集 6) 推理及有效性
- 2 命题逻辑: 语法(6) 1) 形式系统 2) 完全性定理
- 3 一阶逻辑: 模型论(9) 1) 谓词和量词 2) 一阶语言 3) 解释 4) 满足 5) 真值 6) 斯科林化
- 4 一阶逻辑: 证明论(9) 1) 形式系统 2) 导出规则 3) 等价和替换 4) 前束范式 5) 完全性定理 6) 模型
- 5 数学系统(6) 1) 数学系统 2) 带等词一阶系统 3) 群论 4) 一阶算术 5) 形式集论 6) 一致性和模型
- 6 哥德尔不完全性定理(6) 1) 哥德尔证明 2) 可表达性 3) 递归论 4) 哥德尔数 5) 不完全性证明
- 7 计算机科学基础(3) 1) 算法 2) 可计算性 3) 不可判定性 4) 计算复杂性 5) 定理机器证明 6) 计算逻辑 7) 智能逻辑

教学方式: 讲堂授课

教材与参考书:

[1] A. G. Hamilton: 《Logic for Mathematicians》, Revised Edition (影印版), 清华大学出版社, 2003.

[2] E. Mendelson, **Introduction to Mathematical Logic (6th ed)**, CRC press, 2015

学生成绩评定方法: 作业 30%, 期末考试 70%。

课程修订负责人: 林作铨

课程号: 0013529

课程名称: 集合论与图论

开课学期: 春

学分: 3

先修课程: 数学分析, 线性代数, 数据结构,

基本目的: 学习和掌握集合论与图论的基本知识, 重点培养学生处理二元关系类离散问题的综合能力。

内容提要:

第一部分: 集合论 (共约 18 学时)

第一章: 集合 (2 学时)

1) 集合的运算律, 容斥原理 2) 集合列的极限

第二章: 基数 (2 学时)

1) 可数集与不可数集
2) 基数的比较, Cantor-Bernstein 定理
3) 基数的运算

第三章: 二元关系 (约 6 学时)

1) 二元关系的运算, 性质与闭包
2) 等价关系与集合的划分
3) 偏序关系, 链与反链, 良序与超限归纳原理, 选择公理与 Zorn 引理

第四章: 布尔代数 (约 8 学时)

1) 格的偏序特征与代数结构及其等价性 2) 子格, 格的同态与同构
3) 模格, 分配格, 有补格 4) 布尔代数, Stone 表示定理 5) 布尔函数, 析取范式与合取范式

第二部分: 图论 (共约 27 学时)

第一章: 图的概念, 运算与表示 (3 学时)

第二章: 道路与回路 (7 学时)

1) 道路与回路概述; 2) 最短道路, Dijkstra 算法, Warshall-Floyd 算法;
3) Euler 图, DeBruijn 序列; 4) Hamilton 图, k-方体与 Gray 码

第三章: 树 (约 7 学时)

1) 树的特征, 回路系统与割集系统 2) 基本树变换, 最小生成树, Kruskal 算法, Prim 算法, 破圈算法 3) 根树, 哈夫曼树与编码

第四章: 平面图与图的着色 (约 4 学时)

1) 平面图的性质与图的可平面性判定, 对偶图
2) 点着色, 边着色, 平面图的域着色, 四色定理

第五章: 匹配, 网络 (约 6 学时)

1) 图的连通性, 连通度, Menger 定理, 可靠通讯网的构造
2) 图的匹配与可增广道路, 二部图的匹配, 匈牙利算法
3) 网络, 可行流, 增流路径, 最大流与最小割切, Edmonds-Karp 算法

教学方式: 每周授课 3 学时

教材与参考书:

1. 耿素云: 集合论与图论, 北京大学出版社, 1998。
2. 戴一奇, 陈卫, 胡冠章等: 图论与代数结构, 清华大学出版社, 1995。
3. J. A. Bondy and U. S. R. Murty, Graph Theory with Applications, The Macmillan Press LTD, 1976。
4. Douglas B. West, Introduction to graph theory, 机械工业出版社 (影印), 2004。

学生成绩评定方法: 作业 20%, 半期考 30%, 期考 50%。

课程修订负责人: 杨建生

课程号: 00130210

课程名称: 计算机图形学

开课学期: 春

学分: 3

先修课程: 计算概论, 数据结构与算法, 解析几何, 线性代数, 微积分。

基本目的:

1. 学习计算机图形学的基本知识和基本技术;
2. 重点是三维物体的建模, 生成及 OpenGL 编程;
3. 使学生能编写基本的图形程序。

内容提要:

1. 计算机图形学介绍: 计算机图形学的历史, 应用, 标准和软件;
2. 基本输出图元: 点, 线, 多边形, 圆和椭圆等几何图元的生成算法;
3. OpenGL 编程初步;
4. 二维几何变换; 二维观察流程, OpenGL 的二维观察流程及函数;
5. 三维几何变换: 三维观察流程, 可见面判别算法, OpenGL 的三维观察流程及函数;
6. 光照模型, 面绘制算法及 OpenGL 中的光照处理;
7. 样条表示 (选讲内容);

教学方式: 课堂讲授和上机相结合, 每周 3 课时

教材与参考书:

1. Edward Angel, 交互式计算机图形学, 7th, 电子工业出版社, 2016-03-01, ISSN: 9787121276040, 电子工业出版社原版引进
2. Edward Angel: Interactive Computer Graphics, A Top-Down Approach with OpenGL, Addison-Wesley, 2008. ISSN: 0321549430, 2008.
3. J. D. Foley, A. van Dam: Introduction to Computer Graphics, 机械工业出版社, 2004 年影印版。
4. J. D. Foley, A. van Dam, S. K. Feiner and J. F. Hughes, Computer Graphics, principles and practice. 机械工业出版社, 2002 年影印版。
5. D. Hearn, M. Baker: Computer Graphics, 清华大学出版社, 1997 年。
6. 孙家广, 杨长贵编著: 计算机图形学, 清华大学出版社, 1998 年。
7. D. Shreiner, OpenGL 编程指南(原书第 6 版), 机械工业出版社, 2008。

学生成绩评定方法: 平时作业 50%, 包括理论分析、计算机编程和文献阅读报告。
期末考试 50%, 笔试闭卷。

课程修订负责人: 姜明

课程号: 00135590

课程名称: 计算机图像处理

开课学期: 春

学分: 3

先修课程: 数学分析、线性代数(高等数学)、数值分析(计算方法)、数字信号处理

基本目的: 数字图像处理是一门信息专业课程,旨在讲授有关利用计算机进行图像处理的理论和方法,目的是学习计算机图像处理的基本知识和基本技术,能编写基本的图像处理程序。

内容提要:

第一章 绪论(4学时) 1. 图像、图像处理、数字图像处理的概念 2. 数字图像处理的特点: 稳定性、自适应性、普适性 3. 计算机视觉: 数据维数、视频分析、困难点 4. 图像表示: Hierarchy、Two Levels、3D 视觉

第二章 图像性质(8学时) 1. 度量和拓扑性质(距离定义、邻域定义及其矛盾、边缘 vs 边界) 2. 直方图(定义、物理含义、性质、应用、均衡化、规定化) 3. 图像熵(定义、性质) 4. 视觉感知(图像对比度、图像锐度、视觉错觉) 5. 图像质量(四个特性指标及其影响因素)

第三章 图像获取(2学时) 1. 光学理论(分类、适用场合、基本辐射度量和光度量) 2. 颜色: 电磁波光谱、颜色空间、人眼光谱视函数 3. 典型光学元器件(分类、实现功能) 4. 典型光学系统(人眼、望远镜、显微镜、相机) 5. 光电探测器(分级、特征参数、光电转换类型) 6. 噪声(产生原理、分类、构造方法)

第四章 数据结构(10学时) 1. 图像表示的四个层次: 形象图、分割图、几何表示、关系模型 2. 传统图像数据结构: 矩阵、链表、拓扑数据结构(图)、关系结构 3. 分层数据结构: 金字塔(M型和T型)、四叉树 4. 图像正交变换: Fourier 变换、余弦变换、Hadamard 变换、小波变换等

第五章 图像预处理(16学时)

1. 图像灰度值变换 a) 基于像素位置和灰度的变化: 基于乘性退化模型 b) 基于灰度的变换: 灰度拉伸、伪彩色映射、直方图均衡化

2. 图像几何变换: a) 像素坐标变换: 多项式变换、双线性变换、仿射变换 b) 灰度插值: 最近邻插值、双线性插值、双三次插值

3. 局部预处理方法: a) 图像平滑: 平滑方法及相应的平滑算子 b) 图像锐化: 图像边缘探测、边缘检测器(锐化算子、二阶导数零交叉 LoG/DoG、多尺度描述、Canny 边缘检测、多光谱图像边缘、拐角点检测、参数模型下的边缘检测)

4. 图像复原 a) 图像退化原因、退化模型、退化函数 b) 反卷积、逆滤波、Wiener 滤波(频域滤波函数形式和推导)

第六章 图像分割(8学时) 1. 阈值分割: p-tile、全局阈值、最优阈值、多光谱阈值分割 2. 边缘分割: 边缘连接、模板匹配、边缘跟踪、Hough 变换 3. 区域分割: 区域增长模型、区域分裂与聚合、基于形态学的分水岭分割 4. 基于图割(Graph cuts)算法的分割

教学方式: 课堂讲授和上机实践相结合,每周授课3学时。

根据课程内容,对于理论基础章节使用英文课件讲授,学习理论概念之外熟悉专业术语;

对于图像处理各专题使用中文课件讲授。

每次课上预留5-10分钟时间,开展现实案例讨论,引导学生独立思考和分析能力。

教材与参考书:

1. Milan Sonka 等编写: Image Processing, Analysis and Machine Vision. 1999, Brooks/Cole 2. Publishing Company.

2. 赵荣椿等编著: 数字图象处理导论, 西北工业大学出版社, 2000年8月出版。

3. K. R. Castleman: Digital Image Processing, 1996, Prentice Hall, Inc, 1998年清华大学影印出版。

学生成绩评定方法: 平时作业50%,包括理论分析、计算机编程和文献阅读报告。期末考试50%,笔试闭卷。

课程修订负责人: 毛珩