

《离散结构》课程教学大纲

一、课程信息

课程名称：离散结构

Discrete Mathematics

课程代码：06E4111B

课程类别：专业基础课程/必修课

适用专业：计算机科学与技术

课程学时：45学时

课程学分：3学分

修读学期：第三学期

先修课程：高等数学、线性代数

二、课程目标

离散结构是现代数学的一个重要分支，是计算机科学与技术的理论基础。本课程是计算机科学与技术专业的学科基础课程。该课程结合计算机学科的特点，主要研究离散量结构及相互关系，是一门理论性较强，应用性较广的课程。通过本课程的学习，让学生掌握离散数学的基础知识和基本方法，能够在计算机科学、信息科学等领域中运用所学知识解决实际问题。同时，培养学生的抽象思维能力与逻辑推理能力，启发学生的思辨能力与创新精神，培养学生积极向上的学风和高尚的职业道德，为学生继续学习和工作，参加科学研究，打下坚实的数学基础。

（一）具体目标

通过本课程的学习，掌握离散数学的基本数学原理和推演计算方法，以及离散数学在常见的各类信息的处理以及企业信息化中的应用，能够应用离散数学的基本原理，分析和识别计算机复杂工程问题，并能使用数学建模的方法进行描述和解决。

通过本课程的学习，使学生达到以下目标：

1. 掌握数理逻辑的基本概念和推理、演算的方法，理解群论的基本概念，理解集合论及图论的基本知识，掌握对离散对象的基本研究方法。能够运用数学

原理、计算机知识和数学建模的方法，对计算机问题推演和分析，对解决方案进行评估、比较、分析和综合。【支撑毕业要求指标点1.1、1.3、1.4】

2. 利用数学原理、计算机科学知识，在分析和识别计算机复杂工程问题的基础上，使用数学建模的方法进行描述和解决。【支撑毕业要求指标点2.2】

3. 利用数学原理、结合计算机科学技术的基本知识，针对计算机复杂工程问题，给出可行的解决方案，具有设计满足特定需求的中小型软件系统和大型系统的独立子系统的能力，具有设计满足特定需求的能力。【支撑毕业要求指标点3.1、3.2】

4. 能够将离散数学的数学原理与计算机技术及相关学科的科学原理相结合，通过文献研究或相关方法，调研和分析复杂计算机工程问题的解决方案。【支撑毕业要求指标点4.1】

(二) 课程目标与毕业要求的对应关系

表1 课程目标与毕业要求指标点的对应关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	1.工程知识	【1.1】 掌握数学、物理等自然科学知识，具备使用工具语言描述计算机工程问题的能力；
		【1.3】 掌握计算机知识和数学建模的方法，应用于计算机工程问题的推演和分析；
课程目标 2	2. 问题分析	【2.2】 利用计算机科学知识，在分析和识别计算机复杂工程问题的基础上，使用数学建模的方法进行描述和解决。
课程目标 3	3. 设计/开发解决方案	【3.1】 利用计算机科学技术的基本知识，针对计算机复杂工程问题，给出可行的解决方案，具有设计满足特定需求的中小型软件系统和大型系统的独立子系统的能力。
课程目标 4	4. 科学研究	【4.1】 能够基于计算机科学技术及相关学科的科学原理，通过文献研究或相关方法，调研和分析复杂计算机工程问题的解决方案。

三、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

表2 课程内容与课程目标的关系

课程内容	教学方法	支撑的课程目标	学时安排
第一章 命题逻辑	启发式教学、多媒体辅助教学、讨论式教学	课程目标 1 课程目标 2	8

第二章 一阶逻辑	启发式教学、多媒体辅助教学、讨论式教学	课程目标 1 课程目标 2	6
第三章 集合论	启发式教学、多媒体辅助教学、案例式教学	课程目标 1 课程目标 2	4
第四章 关系与函数	启发式教学、多媒体辅助教学、案例式教学	课程目标 1 课程目标 2 课程目标 3 课程目标 4	12
第五章 图论	启发式教学、多媒体辅助教学、案例式教学	课程目标 1 课程目标 2 课程目标 3 课程目标 4	13
第六章 代数系统	启发式教学、多媒体辅助教学、案例式教学	课程目标 1 课程目标 2 课程目标 3 课程目标 4	2
合计			45 学时

(二) 具体内容

第一章 命题逻辑 (8 学时)

【教学目标与要求】

1、**教学目标：**本章是本门课程的重点内容之一，要熟练掌握各章节内容命题逻辑的推理理论。

2、**教学要求：**要求熟练掌握常用联结词、命题符号化、合式公式、公式分类、推理规则、推理定律、判断有效结论的构造推理证明方法；掌握命题，公式解释，真值表，代入规则，替换规则，公式的标准型（析取范式、合取范式、主析取范式、主合取范式），判断有效结论的真值表法和间接证法；了解联结词的扩充。

【教学重点与难点】

1、**教学重点：**命题符号化、判断有效结论的构造推理证明方法。

2、**教学难点：**判断有效结论的构造推理证明方法。

【学习内容】

1.1 命题逻辑基本概念

1.2 命题逻辑等值演算

1.3 命题逻辑的推理理论

【思政元素融入点】

1、逻辑与理性思考：强调逻辑是理性思考的基础，帮助学生认识到在面对复杂问题时，通过逻辑推理而非盲目猜测或情感冲动来做出决策的重要性。这有助于培养学生的批判性思维和独立思考能力。引入历史或现实中的例子，如科学发现、法律判决等，展示逻辑在推动社会进步和维护公平正义中的作用。

2、诚信与道德：在讨论命题的真假时，可以引申到个人诚信和社会道德层面。指出在学术研究中，诚实地验证命题真伪是科学精神的体现，也是对社会和他人负责的表现。强调在人际交往中，真实、清晰地表达自己的观点和承诺，避免使用模糊或误导性的命题，是维护人际关系和社会和谐的重要基石。

3、辩证思维：在命题逻辑的教学中，引入辩证法的思想，让学生理解事物具有两面性，任何命题都有其适用范围和条件限制。鼓励学生用辩证的眼光看待问题，避免片面和绝对化的思维方式，培养他们的全面性和灵活性。

第二章 一阶逻辑（6学时）

【教学目标与要求】

1、**教学目标：**本章是本门课程的重点内容之一，要熟练掌握一阶逻辑命题的符号化，了解一阶逻辑下的推理理论。。

2、**教学要求：**要求熟练掌握一阶逻辑合式公式的定义、公式的翻译、约束变元的改名规则；掌握逻辑有效公式、等价式、量词的消去和产生规则和判断有效结论的构造推理证明方法；理解谓词、个体、量词、指导变元、辖域、约束变元、自由变元、解释、公式范式等概念。

【教学重点与难点】

1、**教学重点：**一阶逻辑公式的翻译，判断有效结论的构造推理证明方法。

2、**教学难点：**量词的消去和产生规则，判断有效结论的构造推理证明方法。

【学习内容】

2.1 一阶逻辑基本概念

2.2 一阶逻辑等值演算

2.3 一阶逻辑的推理理论

【思政元素融入点】

1、逻辑思维与科学精神

强调逻辑的重要性：一阶逻辑是数学和计算机科学中的重要基础，其严谨性和精确性体现了科学精神的核心。在教学中，可以强调逻辑在推动科学进步和社会发展中的作用，引导学生树立尊重科学、崇尚理性的态度。

培养批判性思维：通过一阶逻辑的学习，学生可以学会对命题进行逻辑推理和验证，从而培养批判性思维。在教学中，可以鼓励学生质疑和反思，学会用逻辑的眼光审视问题，不盲目接受或排斥观点。

2、团结协作与沟通能力

小组合作学习：在一阶逻辑的学习中，可以组织学生进行小组合作学习，共同解决复杂问题。这不仅可以培养学生的团队协作精神，还可以提高他们的沟通能力和解决问题的能力。

讨论与分享：鼓励学生在课堂上积极讨论和分享自己的想法，通过思想的碰撞和融合，加深对一阶逻辑的理解和应用。在讨论中，可以引导学生尊重他人的观点，学会倾听和表达。

第三章 集合论（4 学时）

【教学目标与要求】

1、**教学目标：** 掌握集合代数的基本运算。

2、**教学要求：** 本章是本门课程的重点内容之一。要求深入理解集合、元素、空集、子集和幂集的定义；熟练掌握集合的几种运算（并、交、差）；掌握文氏图的方法集中相等，子集合，集合的基数的定义；掌握幂集，集合的并，交，差运算；掌握集合的恒等式以及相等的证明方法。

【教学重点与难点】

1、**教学重点：** 集合的并、交、差和幂集等的运算；集合恒等式的证明。

2、**教学难点：** 集合恒等式的证明。

【学习内容】

3.1 集合的基本概念

3.2 集合的运算

3.3 有穷集计数

3.4 集合恒等式

【思政元素融入点】

1. 集体主义与个人责任

集体主义视角：集合论中的集合可以被视为一个整体或集体，其内部元素共同构成了这个集合的特性和属性。可以引导学生理解，在社会中，每个人都是社会这个大集合中的一个元素，个人的行为会影响到整个社会的运行和发展。因此，培养学生的集体主义精神，强调个人对集体的责任感和贡献，是思政融入的一个重要方面。

个人责任：同时，也要强调在集体中，每个个体都应保持独立性和自主性，对自己的行为负责。这可以通过讨论集合中元素的唯一性和确定性来引申，让学生明白在集体中既要合作又要保持自我。

2. 逻辑思维与严谨态度

逻辑思维：集合论的学习要求学生具备严密的逻辑思维能力，能够准确理解和应用集合的定义、性质、运算等。这可以培养学生的理性思考和严谨态度，使他们在面对问题时能够冷静分析、逻辑推理，而不是盲目跟风或轻信谣言。

严谨态度：在集合论的证明和推理过程中，每一步都需要有明确的依据和逻辑链条。这可以引导学生树立严谨的科学态度，无论在学习还是生活中都追求真理、实事求是。

3. 诚信与道德

学术诚信：在集合论的学习过程中，要求学生独立完成作业和考试，不得抄袭或作弊。这可以培养学生的学术诚信意识，让他们明白诚信是学术研究和人际交往中不可或缺的品质。

道德判断：在讨论集合论的应用时，也可以引导学生思考其背后的道德含义和价值导向。例如，在处理个人信息和隐私时，如何平衡集合的利用与个人权利的保护等问题，培养学生的道德判断和选择能力。

第四章 关系与函数（12学时）

【教学目标与要求】

1、**教学目标：** 本章内容较多较为重要，重点掌握二元关系的基本性质和应用。

2、教学要求：本章是本门课程的重点内容之一，要求熟练掌握笛卡尔积、关系的定义、关系的运算、关系的性质、等价关系、等价类、划分、函数的定义、函数的复合、反函数、满射函数、单射函数、双射函数，掌握关系的闭包、偏序关系、极小元、最小元、极大元、最大元和偏序集；掌握关系矩阵、关系图、恒等关系、恒等函数和特征函数；了解线序关系和线序集。

【教学重点与难点】

1、**教学重点：**关系的性质，等价关系和函数。

2、**教学难点：**偏序关系和划分

【学习内容】

4.1 有序对与笛卡尔积

4.2 二元关系

4.3 关系的运算

4.4 关系的性质

4.5关系的闭包

4.6等价关系与划分

4.7 偏序关系

4.8 函数

【思政元素融入点】

1. 关系的普遍性与相互性

普遍性：指出二元关系在自然界和社会生活中无处不在，如人与人之间的关系、物与物之间的联系等。这可以引导学生认识到，人类社会是一个复杂的关系网络，每个人都在其中扮演着多重角色，并与其他人和事物产生着千丝万缕的联系。

相互性：强调二元关系中的相互性，即一个元素对另一个元素的影响是相互的。这可以引申到人际关系中，如友谊、爱情、合作等都需要双方的共同努力和相互理解。通过这一点的讲解，可以培养学生的相互尊重、合作共赢的价值观。

2. 关系的规范与秩序

规范性：在二元关系中，往往存在着一定的规范或规则，这些规范决定了关系中的元素如何相互作用。这可以引导学生理解社会中的法律法规、道德规范等

对于维护社会秩序和稳定的重要性。同时，也可以鼓励学生自觉遵守这些规范，做有道德、有纪律的公民。

秩序性：二元关系的有序性对于理解和解决问题具有重要意义。通过讨论关系的有序性，可以引导学生认识到秩序对于社会稳定和个人发展的重要性。同时，也可以鼓励学生培养良好的学习和生活习惯，保持个人和环境的整洁有序。

3. 关系的多样性与包容性

多样性：二元关系具有多种类型，如等价关系、偏序关系、函数关系等。这可以引导学生理解社会中的多样性，包括文化多样性、思想多样性、职业多样性等。通过欣赏和尊重多样性，可以培养学生的开放心态和包容精神。

包容性：在二元关系中，不同的元素和类型可以共存并相互作用。这可以引申到社会中的包容性，即尊重不同背景、信仰和价值观的人，并寻求共同点以建立和谐的人际关系。通过这一点的讲解，可以培养学生的包容心和同理心。

第五章 图论（13 学时）

【教学目标与要求】

1、**教学目标：** 理解基本概念，重点掌握图的应用。

2、**教学要求：** 本章要求熟练掌握图、简单图、无向完全图、链、回路、连通图、简单图的邻接矩阵等的定义；掌握结点、边、有向边、无向边、邻接、有向图、无向图、权、加权图、结点的度、结点的入度、结点的出度等的定义；了解始结点，终结点，长度，简单链，基本链，简单圈，基本圈，结点的连通度，邻接矩阵的相乘，图的可达矩阵，欧拉图、哈密尔顿图；掌握无向树的概念与相关的定理，掌握生成树的概念，了解相关定理，熟练掌握最小生成树的求法，掌握根树的概念，熟练掌握哈夫曼算法树。

【教学重点与难点】

1、**教学重点：** 握手定理及应用，图的矩阵表示形式，最小生成树和哈夫曼算法树。

2、**教学难点：** 握手定理及应用，最小生成树和哈夫曼算法树。

【学习内容】

5.1 图的基本概念

5.2 通路与回路

5.3 图的连通性

5.4 图的矩阵表示

5.5 无向树

5.6 生成树

5.6 根树

【思政元素融入点】

1. 逻辑思维与问题解决能力

逻辑思维的训练：图论中的许多问题都需要通过逻辑推理和证明来解决，如图的遍历、最短路径、最大流等问题。这可以锻炼学生的逻辑思维能力，培养他们面对问题时能够冷静分析、条理清晰地解决问题的能力。

问题导向的学习：通过引入实际问题（如交通网络规划、社交网络分析等），引导学生运用图论知识进行分析和解决，让他们在实践中体验知识的力量和价值。

2. 创新精神与实践能力

创新思维的激发：图论中的许多问题都可以从不同的角度进行思考和创新。在教学过程中，可以鼓励学生尝试新的思路和方法，培养他们的创新意识和创新能力。

实践能力的培养：通过编程实践、算法设计等方式，让学生将所学的图论知识应用于实际问题中。这不仅可以提高学生的实践能力，还可以让他们在实践中发现问题、解决问题，进一步加深对知识的理解和掌握。

3. 社会责任与道德观念

社会责任的强调：图论在交通网络规划、社交网络分析等领域的应用具有重要的社会意义。在教学过程中，可以引导学生思考这些应用背后的社会责任和道德问题，如数据隐私保护、网络谣言传播等。通过讨论和思考，培养学生的社会责任感和道德观念。

诚信与学术道德：在学术研究中，诚信和学术道德是至关重要的。在图论的学习过程中，也要强调诚信和学术道德的重要性。例如，在编程实践中要求学生独立完成作业、不抄袭他人代码；在论文撰写中要求学生注明引用来源、不剽窃他人成果等。

第六章 代数结构（2 学时）

【教学目标与要求】

- 1、**教学目标：** 本章内容较为高阶，了解即可。
- 2、**教学要求：** 本章要求熟练掌握代数结构的定义、子代数的定义；掌握代数结构的性质：交换律、分配律、幺元、零元、逆元、吸收律、幂等律，可约律、可约元等。了解半群、群、格与布尔代数的概念与定理。

【教学重点与难点】

- 1、**教学重点：** 代数结构的定义与性质。
- 2、**教学难点：** 判断结构是否为代数结构。

【学习内容】

- 6.1 基本概念
- 6.2 典型代数系统

【思政元素融入点】

1. 逻辑思维与抽象思维的培养

逻辑严谨性：代数结构中的定义、定理和证明都需要严格的逻辑推导。这可以培养学生的逻辑思维能力，学会如何清晰地表达思路、严谨地论证观点。

抽象思维：代数结构本身就是一种高度抽象化的数学对象，如群、环、域等。通过学习代数结构，可以锻炼学生的抽象思维能力，学会从具体事物中提炼出抽象概念，并运用这些概念去分析和解决问题。

2. 创新精神与实践能力的培养

创新思维的激发：代数结构中的许多问题都可以从不同的角度进行思考和创新。在教学过程中，可以鼓励学生尝试新的思路和方法，培养他们的创新意识和创新能力。

实践能力的培养：通过编程实践、算法设计等方式，让学生将所学的代数结构知识应用于实际问题中。这不仅可以提高学生的实践能力，还可以让他们在实践中发现问题、解决问题，进一步加深对知识的理解和掌握。

四、教学方法与手段

本课程坚持以学生为中心，积极创新教学模式、融入思政元素，形成多种教学方法与手段相结合的教学模式，开发学生潜能。具体做法有：

1、启发式教学：通过启发学生的思维，引导他们主动探索知识，培养学生的独立思考和解决问题的能力。

2、案例式教学：选取与课程内容紧密相关的实际案例，通过分析案例来加深学生对知识点的理解和掌握。

3、讨论式教学：组织学生就某个问题进行讨论，通过讨论来促进学生之间的交流与合作，培养学生的沟通能力和团队协作精神。

4、多媒体辅助教学：利用多媒体技术（如 PPT、视频、音频等）来辅助教学，使教学内容更加生动、直观。

5、实践教学：通过实践活动来加深学生对知识点的理解和掌握，培养学生的实践能力和创新精神。

6、网络教学资源：利用网络资源（如在线课程、教学视频、电子图书等）来丰富教学内容和手段。

五、课程考核

考核形式：平时成绩：20%，期末成绩：80%

其中，平时成绩可包含：考勤、课堂表现（小测验）、作业等；期末成绩为期末闭卷笔试成绩。

六、课程教学评价

课程评价主要是本门课程的课程目标达成度评价。课程目标达成度评价主要采用定量评价与定性评价相结合的方法，具体包括：调查问卷、平时成绩、期中考试成绩和期末考试成绩。相应课程目标评价方式见表 3。

表3 课程目标评价方式

课程目标	调查问卷	平时成绩	期末考试
课程目标 1	√	√	√
课程目标 2	√	√	√
课程目标 3	√	√	√
课程目标 4	√	√	√

1. 定性评价

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

表4 教师、学生对课程目标达成情况评价

课程目标	教师评价 50%	学生评价 50%	课程目标达成评价方法
课程目标 1	T1	S1	课程分目标 A_i 达成度 $=0.5 \times T_i + 0.5 \times S_i$, $(i=1,2,3)$; 课程目标整体达成度 $=\min\{A_i\}$
课程目标 2	T2	S2	
课程目标 3	T3	S3	
课程目标 4	T4	S4	

2. 定量评价

定量评价包括平时成绩、期末考试成绩。平时成绩分为考勤，课堂表现（小测验），作业三类，根据完成情况给分；期末考试成绩根据学生闭卷考试试卷完成情况给分，照表 5 所列分值为百分比权重进行转换。

表5 课程考核成绩对课程目标达成情况评价

课程目标	平时成绩 20%			期末考试成绩 80%	课程目标达成评价方法
	考勤	小测验	作业		
课程目标 1	5	30	10	50	1、课程分目标达成度 $=0.20 \times (\text{分目标平时成绩平均分} / \text{分目标平时成绩总分}) + 0.80 \times (\text{分目标期末课程设计成绩平均分} / \text{分目标期末课程设计成绩总分})$; 2、课程目标整体达成度=课程分目标达成度的最小值。
课程目标 2	5	10	10	30	
课程目标 3	5	5	5	10	
课程目标 4	5	5	5	10	

3. 综合评价

课程目标达成情况综合评价按照定性和定量所占权重进行综合计算，具体如表 6 所示。

表6 课程目标达成情况评价

课程目标	调查问卷 20%	课程考核成绩 80%	课程目标达成评价方法
课程目标 1	A1	B1	课程分目标达成度= $0.2 \times A_i + 0.8 \times B_i$ 课程目标整体达成度=课程分目标达成度的最小值。
课程目标 2	A2	B2	
课程目标 3	A3	B3	
课程目标 4	A4	B4	

七、课程资源

（一）建议选用教材

离散数学及其应用（第 2 版），屈婉玲，北京：高等教育出版社，2018 年

（二）主要参考书目

[1] 离散数学及其应用，张剑妹，西安：西安电子科技大学出版社，2020 年。

[2] 离散数学（第 2 版），屈婉玲，北京：高等教育出版社，2015 年。

制 订：数学与信息技术学院

教研室：计算机工程教研室

执笔人：潘 凤

审订人：杨晓敏