

《离散数学》课程标准（试行）

《新建本科院校计算机类专业离散数学实验教学研究与实践》课题组

课程编码： 070308

适用专业： 计算机科学与技术，网络工程

编制单位： 长治学院计算机系

一、课程性质

《离散数学》是研究离散量的结构及其相互关系的应用数学学科，是随着计算机科学的发展而逐步建立的，它形成于七十年代初期，是一门新兴的工具性学科。《离散数学》是计算机专业的一门重要专业必修课。

相对于研究连续量的微积分，离散数学是以离散量为研究对象的一门数学分支学科。离散数学是 20 世纪 60 年代兴起的，其目的和用途是为蓬勃发展的计算机科学及时提供一种理论基础。面对突如其来的任务，一方面离散数学要把传统的数理逻辑、集合论、抽象代数、布尔代数、图论、数论等数学分支的相关内容纳入自己的研究范畴，在理论的渊源上可以追溯到人类智力活动的初期；另一方面，离散数学还要把包容的理论与计算机科学的实际应用及科研成果相结合，涉足于科学进步的前沿阵地。跨越数学诸多分支和整个计算机科学两大领域的繁重任务，使得离散数学所涵盖的知识、主题之广，涉及的概念、方法、采用的符号、工具之多都远远超出了其他学科。这些特点是离散数学难教、难学的根本原因，也正是离散数学深具诱惑和迷人之处。国外许多离散数学教材仍然致力于兼顾基础理论和实际应用的双重原则，教材内容和课时安排往往要多达一个学年。我国结合自己的教育现状和教学改革实际，逐渐精简教材内容，压缩了一部分生僻理论，并把一部分应用题材转移给了后续的专业课，从而或多或少地减轻了离散数学教学的压力和负担。离散数学的基本理论和方法大量应用在数字电路、数据结构、编译原理、操作系统、数据库系统、算法分析与设计、软件工程、人工智能、计算机网络等计算机专业的课程及信息科学的许多相关课程中。离散数学的内容在数据结构、算法以及其它计算机科学领域都有广泛的运用。例如，在形式规约、验证、以及密码学中，需要有生成

并理解形式证明的能力；在计算机网络、操作系统、编译系统等领域则需要使用图论的概念；在软件工程和数据库等领域则使用了集合论的概念。随着计算机科学与技术的日益成熟，越来越多的复杂分析技术被用于实际问题的解决。鉴于离散数学在计算机科学中的重要性，中国计算机科学与技术学科教程 2002 和教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会颁发的《高等学校计算机科学与技术专业核心课程教学实施方案》都将其列为计算机科学与技术学科教育的核心基础课程。

离散数学着重培养学生的抽象思维和逻辑推理能力，为学生提高专业理论水平打下坚实的数学基础，为后续专业理论课的学习作好准备。离散数学为学生从事信息工程和计算机科学与技术专业的实际工作提供必备的数学工具，帮助学生了解数学中的抽象思维与信息工程和计算机科学技术之间的内在联系，从而获得运用这些思想解决实际问题的能力。

二、课程分析

1. 课程所属学科分析

离散与连续是现实世界中物质运动的对立统一的两个方面，离散数学与连续数学是描述、刻画和表达现实世界物质运动的两个重要工具。计算机的高速发展与广泛应用，促进了信息数字化、符号化和离散化。从目前的发展趋势来看，离散数学在现代应用科学中的作用已经超过了连续数学。离散数学已成为计算机科学与技术的重要理论基础之一，在计算机科学与技术等领域得到了广泛的应用，因此，中国计算机科学与技术学科教程 2002 和教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会都将其列为计算机科学与技术学科教育的核心基础课程。

2. 课程授课对象分析

本课程面对我校计算机专业一、二年级的学生。与重点大学的学生相比，我校学生自我管控能力较差，自主能力较弱，学习主动性不强，他们更注重应用技能的获得，而对理论课的学习缺乏兴趣。离散数学课程是应计算机科学和技术发展的需要，综合了高等数学的多个分支而形成的。其特点是以离散量为研究对象，内容丰富，涉及面较宽，因此概念多、定理多、推理多，虽然其研究的内容比较基础，但内容高度抽象。基于学生相对较弱的学习能力和追求实用的心理，教学中突破原有的“定义-定理-证明”的离散数学教学模式，创造一种突出专业应用背景的更容易被学生接受的教学方法，以激发学生的学习兴趣，提高离散数学的教学效率。

3. 课程内容选择分析

本课程研究离散量的结构及其相互间的关系，因而特别体现了计算机科学的离散性这一重要特征。其内容极为广泛，不同的教材或专著在选材上通常会有较大的差异。但都至少包含了以下四个方面内容：数理逻辑、集合论、图论、代数结构。作为一门数学课，《离散数学》特别能体现数学的三大特性——严密的逻辑性、高度的抽象性以及广泛的应用性。

4. 课程学习要求的分析

在本课程的教学过程中，要坚持学生为主体、教师为主导、以人为本的教学理念，将研究性学习运用于教学中，课堂讲授、课堂讨论、课外扩展学习相结合，鼓励创新，充分体现素质教育、个性化教育等现代教育思想和观念，构建以学习者为中心，以学生实践性的自主活动为基础的动态、开放的教学过程。同时课堂教学强调启发式、交互式、互动式教学，强调讲思想、讲方法；强调

学生自主学习、创造性学习和教学相长；以体现素质教育和学生的能力培养。另外，课上讲授中应引入较多的案例介绍相关理论、方法在实践中的应用。

5. 课程考核目标和方法分析

(1) 识记：记住基本事实，包括能完整地叙述基本定义、基本定理、基本公式的条件和结论，知道一般概念、名称所代表的意义等。本课程通过对知识的记忆或再认评价该层次的学习水平。

(2) 理解：明了基本概念的本质特征及该概念与相近概念或相关概念的联系和本质区别；清楚概念的外延；清楚基本理论、基本方法的条件和结论间的逻辑关系，以及该理论或方法的适用情境。本课程通过对基本知识的辨析，知识在数学语言和自然语言之间的转译，以及直接应用知识解答的题目评价该层次的学习水平。

(3) 直接应用：问题的情境与学习过的知识情境基本相同，直接应用知识或略作分析即能做出解答。本课程中有大量问题属于较典型的问题，此类问题通常都有常规解法，且这些解法学生必须熟练掌握。

(4) 间接应用：问题的情境与学习过的知识情境有所不同，需要通过思考和分析、对条件或结论做出适当的转换后才能找到思路或解法。

(5) 综合应用：指需要经过分析并综合应用 2-3 个知识点的知识才能解答的问题，或与专业课直接有关的应用问题。

三、课程目标

1. 课程总目标

通过该课程的学习，使学生理解离散数学的基本概念、判断、推理的基础知识，掌握简单的推理和证明技术，了解离散数学基本理论和方法在计算机科

学技术中的应用，并能够熟练运用离散数学的知识来进行系统的建模和分析，培养学生的抽象思维能力、逻辑推理能力及分析问题、解决问题的能力，激发学生的探索和创新精神，提高学生的数学素养，为后续课程的学习和日后工作打下坚实的基础。

2. 本课程分目标

(1) 知识目标

通过该课程的学习，使学生理解数理逻辑、集合论、图论和代数结构的基本定义、定理、方法，了解相关知识在计算机科学与技术领域的应用，能够运用所学的概念对实际问题做出正确的分析和判断。通过对课程中推理方法及定理的证明过程的学习，理解推理和证明的一般方法和思路，掌握简单推理和证明技术。

(2) 能力目标

通过该门课程的学习，帮助学生理解专业课程中的相关概念和算法，培养学生的逻辑思维方式，提升学生逻辑思维能力和逻辑推理能力；通过对典型问题的分析和解决方法的讲解及课后实践，培养学生的离散建模能力。

(3) 学生素质目标

通过该门课程的学习，为学生日后处理离散信息和从事计算机的实际工作提供必备的数学工具，奠定数学基础，使学生能够自觉地对实际工作、学习中存在的问题用离散数学的知识和方式进行分析并提出解决办法，提高学生专业理论水平。

四、课程设计思路

离散数学课程的建设与开发要以计算机应用型人才培养为目标，将理论与

实践紧密结合在一起，使其成为一门为后续课程服务的专业素质课。对离散数学的基本知识单元进行了梳理，并给出了相应的教学要求。理论教学内容以学生能力培养为本位、以学生未来职业发展为宗旨，按照教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会发布的《高等学校计算机科学与技术专业核心课程教学实施方案》，根据我校学生的特点确定教学内容、设计课程模块，内容包括数理逻辑、集合论、图论初步和代数结构四部分。通过课程的学习，使学生掌握必要的基础理论、基本知识和常用运算方法，为后续课程的学习打下坚实的数学基础。实验教学内容以专业需求为支撑，在课堂教学中将专业课和实际工作中的相关案例融入到整个理论教学体系，注重思想方法和计算机应用方面的讲解，并随着新知识的出现不断将心得案例融入其中。除此之外，鼓励教师采用多种方法开展课外实验教学，但不挤占理论课的教学课时，可将其纳入到课程考核中。通过实验教学充分体现离散数学课程的专业性，使离散数学学习与专业课学习相结合，更好地促进相关专业的学习。

五、课程内容

离散数学课程教学内容划分为三个层次，即基础性内容、提高性内容、拓展性内容。基础性内容构成课程的主体框架，是教师必须讲授和学生必须掌握的内容；提高性内容是课程中难度较高的内容，要求教师根据学生的掌握情况做选择性的讲解，学生能基本理解其知识内涵；拓展性内容是基础性内容和提高性内容的延伸和丰富，教师可根据实际情况选讲或供学有余力的学生课外学习。表 1 给出了离散数学三个层次的教学内容。

表 1 离散数学教学内容

知识模块	基础性内容	提高性内容	拓展性内容
数理逻辑	命题的定义, 联结词, 命题符号化, 命题公式的赋值及类型, 命题等值式及等值演算, 极小项、极大项、主析取范式和主合取范式, 个体词、量词和谓词, 一阶逻辑公式及解释, 一阶逻辑公式的类型, 一阶逻辑等值式和范式, 推理的形式结构及推理定律。	联结词的完备集, 构造命题逻辑和一阶逻辑的推理证明。	主范式的应用, 一阶逻辑范式与子句的关系。
集合论	集合的基本概念和表示, 空集、幂集和全集, 集合之间的关系, 集合的运算及运算律, 集合的计数; 二元关系的定义和表示, 关系的运算, 关系的性质和闭包, 等价关系, 集合的划分, 偏序关系, 偏序集的哈斯图, 偏序集的特殊元素, 函数的定义及性质, 复合函数与逆函数。	集合相等和包含的证明技术, 关系和函数中的相关证明技术。	传递闭包的计算机算法实现, 等价关系和偏序关系的应用, 关系的应用。
图论	无向图和有向图, 子图和补图, 握手定理、图同构, 通路、回路、连通分支和连通度, 图的矩阵表示, 二部图定义及判定, 匹配、完备匹配及希尔定理, 平面图面的定义、次数计算及欧拉公式, 欧拉图的定义和判定, 哈密顿图的定义, 树的定义与性质, 生成树, 根树基本概念, 2 叉树及其应用。	哈密顿图及半哈密顿图的判定, 平面图的判定, 图中的基本证明技术。	欧拉通路(回路)的遍历, 哈密顿通路(回路)的遍历, 欧拉图、哈密顿图及平面图的应用。
代数结构	二元运算及其性质, 二元运算的特殊元素, 代数系统的定义, 子代数的定义及判断, 半群、独异点和群的定义, 子群的定义。	子群的判定, 群的性质与判定。	代数系统的同态与同构, 环和域的定义。

六、教学内容组织及教学要求

1. 课堂教学内容组织及要求

表 2 给出了离散数学主要知识单元的教学课时和相应的教学要求。

表 2 知识单元与教学要求

知识模块	知识单元	教学基本要求
数理逻辑 (24学时)	命题、联结词与命题符号化 (3 课时)	(1)理解 5 个基本联结词与自然语言的对应关系,掌握命题符号化技术;
	命题公式的类型、等值式和蕴含式 (4 课时)	(2) 理解等值式与蕴含式的关系。 (3) 掌握等值演算方法和真值表技术, 会用这两种方法判断公式的类型、求公式的主范式。
	范式(极小项、极大项、主析取范式、主合取范式) (5 课时)	(4) 掌握有效推理的主要技术: 等值演算和形式证明技术。
	推理理论和形式证明方法 (4 课时)	(5) 理解谓词逻辑和命题逻辑的区别和联系, 能将命题逻辑的公式类型和等值式迁移到一阶逻辑中。
	个体、谓词、量词和语句符号化 (2 课时)	(6) 掌握一阶逻辑符号化技术。
	一阶逻辑等值式和范式 (4 课时)	(7) 使学生理解一阶逻辑推理和命题逻辑推理的联系与区别, 掌握一阶逻辑推理的形式证明技术。
	一阶逻辑推理 (2 课时)	(8) 了解主范式的应用及一阶逻辑范式与子句的关系。
集合论 (18学时)	集合的表示、空集、全集和幂集 (1 课时)	(1) 理解空集、全集和幂集的概念及幂集的计算方法。
	集合的运算和集合恒等式 (2 课时)	(2) 掌握集合运算方法, 理解运算性质的基础上, 掌握集合恒等式的证明技术。
	有限集元素的计数 (1 课时)	(3) 掌握三个集合以下的容斥原理, 会求有限集计数问题。
	序偶、笛卡尔积、二元关系的概念和表示(2 课时)	(4) 弄清集合、关系和函数的区别与联系。 (5) 掌握关系运算, 结合关系的 n 次幂掌握归纳证明法, 理解关系合成运算的次序, 及不同运算次序的运算结果之间的区别。
	关系的运算 (2 课时)	(6) 理解关系的五种性质, 会用多种方法判断关系的性质。
	关系的性质和闭包 (2 课时)	(7)理解等价关系和偏序关系的概念和表示方法。会求偏序关系的特殊元素, 掌握等价关系的证明技术。
	等价关系 (3 课时)	(8) 理解复合函数和逆函数的概念与性质。
	偏序关系 (3 课时)	(9) 了解传递闭包的计算机算法实现
	函数的定义和性质 (1 课时)	
	复合函数与逆函数 (1 课	

知识模块	知识单元	教学基本要求
	时)	(10) 了解关系及等价关系、偏序关系的应用。
图论 (18学时)	图的基本概念(无向图、有向图、子图与补图、完全图、握手定理、图的同构)(2课时)	(1) 掌握无向图、有向图、子图与补图、完全图等基本概念,理解和掌握握手定理及其推论,并且能灵活地应用。 (2) 理解图同构的概念,会判断阶数 n 较小的两个图是否同构。
	图的连通性(通路、回路、连通分支、连通度)(2课时)	(3) 掌握图的矩阵表示方法,理解图的矩阵与图的性质之间的联系。
	图的矩阵表示(2课时)	(4) 掌握常用的图算法,如 Dijkstra 算法、Kruskal 算法、树遍历算法、哈夫曼算法等。
	二部图及其应用(2课时)	(5) 理解二部图、欧拉图、哈密顿图和平面图的定义,能利用它们的判断定理,准确判断一个图是哪一种图。
	哈密尔顿图、欧拉图、关键路径问题和中国邮路问题(4课时)	(6) 理解匹配的概念,掌握其存在性的判定定理及其应用。
	平面图面及其应用(2课时)	(7) 理解无向树、生成树、有向树和根树的概念及相关术语。
	无向树和生成树(2课时)	(8) 了解二部图、欧拉图、哈密顿图和平面图的应用及相关问题的求解方法。
代数结构 (8学时)	二元运算及其性质(2课时)	(1) 理解二元运算的概念和性质,会判断二元运算满足的性质,能求解给定二元运算的特殊元素。
	代数系统(2课时)	(2) 理解代数系统和子代数的概念。 (3) 理解半群、独异点和群的定义。
	半群、独异点、群的定义和性质(4课时)	(4) 了解半群、独异点和群的判定方法,了解代数系统的同态与同构。

2. 实验教学组织

离散数学实验教学一方面可通过在课堂教学中引入具体的实验或应用案例来完成,另一方面鼓励对离散数学有兴趣、学有余力的同学进行课外实验。实验题目可以由教师给定也可以自拟题目。实验内容可以是离散数学中一些基本算法的实现,也可以是离散数学相关知识点在计算机科学与技术领域的应用方

法和技术，还可以结合计算机科学技术的研究方向和热点，选择课程重要知识单元或算法应用方面的、具有一定综合性的系统设计题目。表 3 给出建议实验教学内容。

表 3 实验内容及教学方法

序号	实验内容	实验类别	教学方法提示
1	命题公式的计算	基础性	该类实验可以作为课外作业供学生完成，替代传统的书面作业。
2	命题公式的真值表及其应用	基础性	
3	集合表示和运算	基础性	
4	图的表示与建立	基础性	
5	图的一般问题求解	基础性	
6	代数系统相关问题求解	基础性	
7	硬件电路的设计	应用性	教师根据实际情况，结合课堂教学内容，选择 1-2 实验供学生课外自主完成，以课堂演示的形式进行考核并计入平时成绩。
8	偏序关系的应用	应用性	
9	等价关系的应用	应用性	
10	死锁现象的判定	应用性	
11	求解网络通信模型中的最短路径	应用性	
12	Prolog 推理系统	研究性	教师结合课堂教学内容，选择 1-2 题目供学生课外自主完成，以研究报告的形式进行考核，计入平时成绩。
13	关系运算在关系数据库查询中的应用	研究性	
14	中国邮路问题及其应用	研究性	
15	校验码的检错、纠错能力分析	研究性	
16	小型的动物识别系统的设计与实现	设计性	
17	简单文本信息检索系统的设计与实现	设计性	
18	基于最短路径的公交线路查询系统的设计与实现	设计性	

实验教学不占用课堂教学时间，在分数评价上给予鼓励加分，或将分数纳入平时成绩。

七、课程实施

1. 教学组织形式

离散数学教学采用单班授课，教学环节包括课堂讲授、作业、实验教学、网上学习等。在教学安排上以课堂讲授为主，包括课程内容讲授和适当的习题辅导；网上学习作为课堂教学的延续，学生通过查看教学大纲、电子教案、教学课件、应用案例和课后练习题巩固所学知识，了解离散数学在计算机科学与技术领域的应用；实验教学安排在课下进行，不占用教学课时，通过实验教学培养学生实践操作能力和利用数学知识分析问题解决问题的能力，鼓励教师创新实验教学方式。

2. 教学方法

(1) 课堂讲授中较多的实例阐述相关理论、方法在计算机科学领域的应用，让学生体会到离散数学与专业的相关性，以调动学生的学习积极性和主动性。

(2) 课堂讲授中要善于归纳和总结。注意归纳知识点间的共性，挖掘知识点之间的内在联系，是貌似“离散”的知识连接成一个或几个整体，以加深学生对概念定理的理解、记忆以及应用。注意总结解题方法，离散数学虽然抽象，但解题是有方法可循的，并且解决同样的问题可以有几种不同的方法，所以要善于对不同的解题方法进行总结。

(3) 每次上课强要列明主要教学内容，让学生心中有数，课结束时小结，帮助学生理清重点和难点。适时给出知识逻辑图，注重层次深化，充分利用思维导图的启发式教学法取得认识上的“飞跃”。

(4) 课堂讲授要注重思想和方法的讲解，深刻把握核心知识内涵，通过应用案例讲解相关知识的应用方法和技术。

3. 教学手段

在教学过程中采用多媒体课件和黑板板书相结合的教学手段，以多媒体教学为主，辅之以黑板板书。对离散数学中的概念、定义、定理、图形以多媒体的形式进行讲解，以加深学生对概念、定义、定理、图形等的理解，增加教学信息量。对某些定理的证明，需要严谨而详尽的推演，则在黑板上进行推导讲解，以便学生能更好地体会离散数学的精髓，从而培养学生抽象的逻辑思维和概括能力。

八、考核要求

1. 成绩构成

本课程采取期末集中闭卷考试、期中中测试与平时成绩综合考核，满分为100分。

成绩合成方法：平时成绩占总成绩的30%，期中测验10%，期末考试成绩占总成绩的60%。

其中平时成绩主要依据课后作业完成情况、考勤或课外实验综合评定，课外实验的分值所占比例由任课教师根据教学情况设定，鼓励教师改革课后作业提交方式，建议将某些习题改为编程题目，用上机实验替代部分书面作业。

2. 考题要求

(1) 考查基础知识、基本概念掌握情况的选择題、填空题、判断題约占考試內容的40%左右；

(2) 考查数学建模能力、问题求解能力的分析題或计算題约占考試內容的20%左右；

(3) 考查逻辑思维能力、逻辑推理能力的推理证明題约占考試內容的20%

左右；

(4) 考查综合应用能力的试题大致占考试内容的 20%.

九、教材选用与参考书目

使用教材： 屈婉玲, 耿素云, 张立昂. 离散数学. 北京: 高等教育出版社, 2013.

参考书目：

- [1] 石纯一. 数理逻辑与集合论. 北京: 清华大学出版社, 2000.
- [2] 陆钟万. 计算机科学中的数理逻辑. 北京: 科学出版社, 2002.
- [3] 袁崇义. 离散数学及其应用 (第 4 版, 译著). 北京: 机械工业出版社, 2002.
- [4] 中国计算机科学与技术学科教程 2002 研究组. 中国计算机科学与技术学科教程 2002. 北京: 清华大学出版社, 2002.
- [5] (美) D. S. Malik 著, 邱仲潘译. 离散数学结构. 北京: 高等教育出版社, 2005.
- [6] 教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会. 高等学校计算机科学与技术专业核心课程教学实施方案. 北京: 高等教育出版社, 2009.
- [7] 董晓蕾, 曹珍富. 离散数学. 北京: 机械工业出版社, 2009.
- [8] (美) Kenneth H. Rosen 著, 袁崇义, 屈婉玲, 张桂云等译. 离散数学及应用. 北京: 机械工业出版社, 2011.
- [9] 古天龙, 常亮. 离散数学. 北京: 清华大学出版社, 2012.
- [10] 左孝凌等. 离散数学. 上海: 上海科学技术文献出版社, 2014 年版.
- [11] 徐洁磐. 离散数学简明教程. 北京: 中国铁道出版社, 2015.