《离散数学》教学大纲

课程编号：070093B

课程类型：□通识教育必修课 □通识教育选修课

☑学科基础课 □专业核心课

□专业提升课 □专业拓展课

总 学 时：48 讲课学时：48 实验（上机）学时：0

学　　分：3

考试类型：□考试 ☑考查

适用对象：计算机科学与技术专业

☑是 □否 适合作为其他专业学生的个性化选修课

先修课程：程序设计基础与应用、高等数学、线性代数

一、教学目标

《离散数学》是现代应用数学的一个重要分支，是计算机专业理论核心课程之一，是学习专业课程必不可少的数学工具。

本课程介绍离散数学各分支的基本概念、基本理论、研究方法、研究工具。主要内容包括：布尔代数（命题逻辑）和集合论、图论、二元关系和函数、数理逻辑（一阶逻辑）、群与代数五大部分。通过本课程的学习，学生不仅能够掌握离散数学的基本知识与理论以及一些处理离散对象的基本数学方法，而且可以使学生对抽象数学与计算机科学实践之间的内在联系有所认识，并起到培养和提高学生的抽象思维能力、逻辑推理能力的作用，为进一步学习后续课程及今后的继续学习和工作打好扎实的理论基础。

课程思政教学目标：在掌握离散数学基本知识的基础上，完成社会主义核心价值的认同教育。让学生认同新时代中国特色社会主义的理论、制度与价值，理解社会主义核心价值观;了解国情社情，维护国家利益，具有推动民族复兴和社会进步的责任感。在讲授知识的同时，阐述知识背后的逻辑、精神、价值、思想、艺术和哲学，以“润物无声”的形式将正确的价值追求和理想信念有效传达给学生。

二、教学内容及其与毕业要求的对应关系

（一）教学内容

本课程主要介绍五个部分的内容：

1. 布尔代数与集合运算：包括命题的符号化、命题演算、集合及集合运算定义、范式、无穷集合论。
2. 图论：包括图的基本概念、欧拉图、树、最优树、图的矩阵表示、有向图。
3. 二元关系和函数：包括关系的定义、关系的性质、等价和偏序关系，函数定义及性质。
4. 数理逻辑：包括一阶逻辑。
5. 群与代数：包括群以及半群、环、域的介绍。

（二）教学方法和手段

本课程主要采用课堂讲授的教学方式，配备课程的教学大纲、习题、试题等进行教学，并提供多种课后答疑方式。本课程概念多、比较抽象、定理证明和应用有一定难度，为了学生进一步理解课堂教学内容，安排时间上习题课。

（三）考核方式

期末考试采取闭卷笔试的方法，考试成绩占总成绩的70%，平时成绩占总成绩的30%。闭卷笔试题型。主要考核学生对基本概念、基本理论的理解和掌握情况。

（四）学习要求

本课程学习内容比较多，有些内容比较抽象，因此学生在学习过程中尽量做到课前预习，上课认真听讲，课后复习，并认真完成课后作业。此外，学生在学习过程中应注意以下几个方面：

1. 布置的作业一定要独立思考完成。
2. 在学习基本理论的过程中，应注意离散数学在计算机科学中的应用实例，尽可能做到把理论知识与实际应用相结合。
3. 有些关键性概念问题可辅以算法描述，有助于理解和掌握。

三、各教学环节学时分配

**教学课时分配**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 章节内容 | 讲课 | 实验 | 其他 | 合计 |
| **1** | **第一章 布尔代数与集合运算**  1.1命题符号化及联接词  1.2 布尔运算及布尔运算律  1.3 集合运算及集合的布尔运算律  1.4 主析取范式及其应用  1.5 对偶定理、主合取范式  1.6 最小连接词、合式公式  1.7 无穷集合（选讲） | **1**  **2**  **2**  **2**  **2**  **1**  **2** |  |  | **12** |
| **2** | **第二章 图论**  2.1 欧拉图  2.2 平面图、二部图的概念  2.3 树、子图、生成树  2.4 最优生成树  2.5 有向图论及其应用（选讲）  2.6 图的矩阵表示  2.7 图论概念总结 | **2**  **2**  **2**  **2**  **0**  **2**  **1** |  |  | **11** |
| **3** | **第三章 二元关系和函数**  3.1集合的笛卡尔积与二元关系  3.2关系的性质  3.3等价关系与偏序关系  3.4 关系的闭包  3.5 关系运算  3.6 函数的定义及其类型  3.7 函数的复合运算  3.8反函数、函数与分割（选讲） | **1**  **1**  **2**  **2**  **1**  **1**  **1**  **2** |  |  | **11** |
| **4** | **第四章 一阶逻辑**  2.1 谓词和量词  2.2一阶逻辑合式公式  2.3一阶逻辑演算 | **1**  **1**  **2** |  |  | **4** |
| **5** | **第五章 群与代数**  6.1二元运算及其性质  6.2代数系统及其子代数  6.3代数系统的同态和同构  6.4半群  6.5群  6.6子群与群的陪集分解  6.7循环群与置换群  6.8环与域 | **1**  **1**  **2**  **1**  **1**  **2**  **1**  **1** |  |  | **10** |
| **合计** |  |  |  |  | **48** |

四、教学内容

第一章 布尔代数与集合运算

第一节 命题符号化及联接词

教学重点、难点：命题，命题的符号化。

课程的考核要求：掌握命题概念，命题联结词的涵义，能够运用命题联结词将复合命题符号化。

第二节 布尔运算及布尔运算律

教学重点、难点：布尔运算律，De.Morgan律。

课程的考核要求：掌握基本布尔运算律，能够运用真值表验证布尔运算律以及其复合命题的的等值性。

第三节 集合运算及集合的布尔运算律

教学重点、难点：集合的概念、集合运算、集合关系，用符号逻辑的方法定义集合运算和集合关系，并将布尔运算律引申到集合运算上。

课程的考核要求：理解集合、集合运算、集合关系的概念。掌握集合运算与布尔运算的关系。运用集合运算与布尔运算的关系将集合运算问题化为布尔运算问题进行分析。

第四节 主析取范式及其应用

教学重点、难点：主析取范式的定义、直观意义及其在逻辑问题分析、电路设计中的应用。

课程的考核要求：掌握主析取范式的定义，运用主析取范式分析逻辑问题（包括集合运算问题），了解主析取方式在数字电路设计中的应用。

第五节 对偶定理、主合取范式

教学重点、难点：De.Morgan率与对偶定理的关系，主析取范式与主合取范式的关系，主合取范式数字电路设计中的意义。

课程的考核要求：掌握De.Morgan律和对偶定理的关系、主析取范式与主合取范式的关系，主合取范式的求取方法，理解大项的定义，了解主合取范式在数字电路设计中的意义。

第六节 最小连接词、合式公式

教学重点、难点：与非运算、异或运算、最小连接词、命题逻辑合式公式的定义。

课程的考核要求：了解与非运算、异或运算及其作为最小连接词的含义，了解其在在数字电路设计中的意义，掌握命题演算合式公式的递归定义。

第七节 无穷集合

教学重点、难点：无穷集的概念，无穷集的秩、一一对应，可列集、康托定理、连续统。

课程的考核要求：理解无穷集、无穷集的秩、一一对应、可列集和连续统的概念，了解康托定理的含义及证明方法。

课程思政切入点：基于布尔运算对当前热点事件进行相关性分析，从而引导正确的社会主义核心价值观。

第二章 图论

第一节 欧拉图

教学重点、难点：哥尼斯堡七桥问题、欧拉圈概念，回路存在性引理，欧拉定理，欧拉定理推广（欧拉路径、欧拉有向图），基本路径概念。

课程的考核要求：了解哥尼斯堡七桥问题，理解欧拉圈概念，掌握回路存在性引理及其证明，理解欧拉定理及其证明，掌握欧拉定理及其推广（欧拉路径、欧拉有向图）并能够运用欧拉定理判定欧拉图，理解基本路径概念。

第二节 平面图与二分图

教学重点、难点：平面图的概念，欧拉公式，极大可平面简单图及其简单平面图的必要性判据，二分图、简单完全图、简单完全二分图，库拉托夫斯基定理。

课程的考核要求：了解平面图的概念及其应用，掌握欧拉公式及其证明，掌握极大可平面简单图的概念及其简单平面图的必要性判据，理解二分图、简单完全图、简单完全二分图的概念，理解库拉托夫斯基定理并能够加以应用。

第三节 树与生成树

教学重点、难点：树的概念，树的点边关系，导出子图、生成子图、生成树的概念。

课程的考核要求：理解树的概念，掌握树的点边关系及其推导，掌握导出子图、生成子图、生成树的概念，掌握生成树的求解方法。

第四节 极小生成树

教学重点、难点：最小生成树概念、克鲁斯卡定理及其算法。

课程的考核要求：掌握最小生成树的概念，理解克鲁斯卡定理及其算法，运用克鲁斯卡算法求解最小生成树。

第五节 简单有向图

教学重点、难点：简单有向图的概念，连通关系、互通关系、等价关系、分割的概念，等价关系与分割、互通关系与结点集的分割、强分量，偏序关系、简单有向图的结构。简单有向图论在复杂系统分析中的应用。

课程的考核要求：掌握简单有向图及其连通关系、互通关系概念，等价关系、分割的概念以及两者的对应关系，掌握互通关系与结点集的分割意义、理解强分量的概念，理解强分量偏序关系，了解简单有向图论在复杂系统分析中的应用。

第六节 图的矩阵表示

教学重点、难点：邻接矩阵、关联矩阵，可达矩阵（图连通关系矩阵）、可达矩阵的算术多项式定义、可达矩阵的布尔多项式定义，可达矩阵求解的拟高斯-约当消元法。

课程的考核要求：掌握邻接矩阵、关联矩阵的概念，掌握可达矩阵（图连通关系矩阵）、可达矩阵的算术多项式定义、可达矩阵的布尔多项式定义的意义，掌握可达矩阵求解的拟高斯-约当消元法。

第三章 二元关系和函数

第一节 集合的笛卡尔积与二元关系

教学重点、难点：集合笛卡尔积、二元关系的定义、二元关系的例子、二元关系的表示、二元关系与简单有向图。

课程的考核要求：掌握集合笛卡尔积、二元关系的定义概念，掌握二元关系的表示，理解二元关系与简单有向图的关系。

第二节 关系的性质

教学重点、难点：自返性、对称性、反对称性、传递性。

课程的考核要求：掌握自返性、对称性、反对称性、传递性概念。

第三节 等价关系与偏序关系

教学重点、难点：等价关系的定义、覆盖分割、等价关系与分割，偏序关系的定义、最大（小）值、极大（小）、Hass图、格。

课程的考核要求：掌握等价关系的定义、覆盖分割概念，掌握等价关系与分割的关系，掌握偏序关系概念，掌握最大（小）值、极大（小）概念，能够绘制偏序的Hass图，理解格的概念。

第四节 关系的闭包

教学重点、难点：自返闭包、对称闭包、传递闭包、自返闭包和对称闭包的求解方法、传递闭包与图连通关系和可达矩阵关系、传递闭包求解。

课程的考核要求：掌握关系自返闭包、对称闭包、传递闭包的概念，能够求解关系的自返闭包、对称闭包，掌握传递闭包与图连通关系和可达矩阵关系，掌握传递闭包求解方法。

第五节 关系运算

教学重点、难点：关系的复合运算、逆关系、复合关系逆关系公式。

课程的考核要求：掌握关系的复合运算，理解逆关系的意义，掌握复合关系逆关系公式。

第六节 函数的定义及其类型

教学重点、难点：函数的定义、函数与关系、单射、满射、单满射。

课程的考核要求：掌握函数的定义，掌握函数的本质特征，掌握单射、满射、单满射概念。

第七节 函数的复合运算

教学重点、难点：函数的复合运算，单射、满射、单满射函数的复合运算。

课程的考核要求：掌握函数的复合运算。掌握单射、满射、单满射函数的复合运算保性性。

第八节 反函数、函数与分割：

教学重点、难点：反函数的概念、反函数的存在条件、函数与分割

课程的考核要求：掌握反函数的概念，掌握反函数的存在条件，理解基于函数的分割及其意义。

课程思政切入点：基于关系的性质对当前热点事件的性质进行判断，从而引导正确的社会主义核心价值观。

第四章 一阶逻辑

第一节 一阶逻辑基本概念

教学重点、难点：谓词、个体词、量词。

课程的考核要求：理解个体词、谓词、全称量词、存在量词、变元等概念。掌握用谓词、量词、联结词构造一阶逻辑公式的方法。

第二节 一阶逻辑合式公式

教学重点、难点：一阶逻辑语言、项的递归定义、原子公式、合式公式、变元的约束、公式的解释与赋值。

课程的考核要求：掌握谓词公式、解释等概念，掌握一阶逻辑公式在给定解释下求真值的方法，能够判断公式的类型。

第三节 一阶逻辑等值演算

教学重点、难点：一阶逻辑等值式、前束范式。

课程的考核要求：掌握用解释的方法证明等价式和蕴涵式。掌握正确地使用置换规则、换名规则、代替规则进行等值演算，以便求出给定公式的前束范式。

课程思政切入点：面向党章中不同章节的标题，运用一阶逻辑语言建立简单的基于党章的原子公式。

第五章 群代数

第一节 二元运算及其性质

教学重点、难点：包含的主要内容：二元运算、运算性质、么元、零元、逆元。

课程的考核要求：掌握二元代数运算、代数系统的定义，会判断给定函数f是否为集合S上的二元或一元运算。掌握二元运算的性质，会判断或证明二元运算的性质。熟练掌握么元、零元、逆元等特异元素的定义及求法。

第二节 代数系统及其子代数和积代数

教学重点、难点：代数系统的概念及性质、子代数、积代数。

课程的考核要求：掌握子代数、积代数的定义及其性质。

第三节 代数系统的同态与同构

教学重点、难点：包含的主要内容：同态映射、同构。

课程的考核要求：掌握代数系统之间的同构关系和同态关系，并能够证明两个代数系统是否同构或同态。

第四节 半群。

教学重点、难点：内容：半群与幺半群的定义。

课程的考核要求：掌握半群、幺半群的定义。

第五节 群

教学重点、难点：群的定义及基本性质。

课程的考核要求：掌握群的定义及其基本性质

第六节 子群与群的陪集分解

教学重点、难点：子群、陪集的概念、拉格朗日定理。

课程的考核要求：掌握子群的概念，理解陪集的定义与性质，理解拉格朗日定理及其推论。

第七节 循环群与置换群。

教学重点、难点：交换群、置换群、循环群的概念及其关系。

课程的考核要求：理解交换群、置换群、循环群的概念及判定。

第八节 环和域

教学重点、难点：环的定义与性质、整环与域。

课程的考核要求：理解环、整环和域的定义与运算性质，能进行环中的运算。

了解群与环在计算机科学中的应用——计数问题、纠错码。

五、考核方式、成绩评定

1、考核方式：分别从学习态度（上课出勤、学习活动参与、课堂违纪）、学习表现（平时作业、课堂讨论、实践能力）和大作业三方面进行综合评分。

2、成绩评定方式的主要构成及比例：期末大作业成绩(60%)+ 平时成绩(20%)+考勤（20%）。

六、主要参考书及其他内容

1. **徐洁磐**．《离散数学基础教程》．北京：机械工业出版社．2009年7月
2. Kenneth H.Rosen．《Discrete Mathematics and Its Applications》(Sixth Edition)．北京：机械工业出版社．2008年5月
3. **Bernard Kolman, Robert C. Busby, Sharon Cutler Ross**著（罗平译）．**Discrete Mathematical Structures**（离散数学结构）．北京：高等教育出版社．2005年7月
4. **徐洁磐，朱怀宏，宋方敏**．《离散数学及其在计算机中的应用》(第四次修订)．北京：人民邮电出版社．2008年6月
5. 屈婉玲，耿素云，张立昂．《离散数学》．北京：高等教育出版社．2005年6月
6. 左孝凌等．《离散数学》．上海：上海科技文献出版社．2001年8月
7. 耿素云，屈婉玲．《离散数学》（修订版）．北京：高等教育出版社．2004年1月
8. 杨炳儒．《离散数学》．北京：人民邮电出版社．2006年12月
9. 傅彦，顾小丰，王庆先，刘启发．《离散数学及其应用》．北京：高等教育出版社．2007年7月

执笔人：张京 教研室主任：高静　　系教学主任审核签名：