东北大学秦皇岛分校本科课程教学大纲

一、课程基本信息

<table>
<tr><td>开课单位</td><td colspan="3">计算机与通信工程学院</td><td>课程代码</td><td colspan="5">3030212003</td></tr>
<tr><td>中文名称</td><td colspan="8">离散数学</td></tr>
<tr><td>英文名称</td><td colspan="8">Discrete Mathematics</td></tr>
<tr><td>总学时</td><td>48</td><td rowspan="2">理论学时</td><td rowspan="2">48</td><td rowspan="2">实验学时</td><td rowspan="2">0</td><td rowspan="2">上机学时</td><td rowspan="2">0</td><td rowspan="2">设计学时</td><td rowspan="2">0</td><td rowspan="2">课外学时</td><td rowspan="2">0</td></tr>
<tr><td>学　分</td><td>3</td></tr>
<tr><td>课程类型</td><td colspan="8">☑理论课程　☐理论（含实验）课程　☐实践类课程</td></tr>
<tr><td>课程类别</td><td colspan="8">☐通识类　☐学科基础类　☑专业方向类　☐实践类</td></tr>
<tr><td>适用专业</td><td colspan="8">计算机科学与技术</td></tr>
<tr><td>先修课程</td><td colspan="8">高等数学、线性代数</td></tr>
<tr><td>建议开课学期</td><td colspan="8">☐1-1 ☐1-2 ☐2-1 ☐2-2 ☐3-1 ☑3-2
☐4-1 ☐4-2 ☐5-1 ☐5-2 ☐*（代表每学期都开设）</td></tr>
<tr><td>考核方式</td><td colspan="4">☐考试 ☑考查</td><td>成绩分制</td><td colspan="3">☑百分制 ☐五级制
☐二级制</td></tr>
<tr><td>使用教材</td><td colspan="8">1. 王新心, 王翠荣主编. 离散数学. 东北大学出版社, 2011 年.</td></tr>
<tr><td>参考书及教学资源</td><td colspan="8">1. 屈婉玲, 耿素云, 张立昂. 离散数学. 高等教育出版社, 2015 年.</td></tr>
<tr><td>其他说明</td><td colspan="8">无</td></tr>
</table>

二、课程简介

中文描述

离散数学是计算机科学与技术专业本科生重要的学科基础类课程之一，是现代数学的一个重要分支。离散数学是研究离散对象的结构、规律以及相互关系的学科。离散数学可以帮助计算机科学与技术专业学生识别、理解离散量的模型，并学会对数学模型进行求解和推理。离散数学课程着重培养和训练学生的抽象能力、推理能力、概括能力和运用数学方法解决实际问题的能力，且离散数学大量用于计算机相关学科领域的建模与分析。离散数学为计算机科学与技术专业学生提供必要的数学理论基础，而且在培养学生的抽象思维、创新能力和综合素质方面有其独特的作用。

离散数学具有概念较多、理论性较强、应用性较广的特点。主要包括集合论、代数系统、图论、数理逻辑四方面内容。本课程的目的是通过深入浅出的教学，使学生能够理解和掌握离散数学的基本概念和基本原理，掌握离散数学的推理与证明过程、基本算法及应用方法。

通过本门课程学习培养学生知识概括及逻辑推理的能力，使用所学知识分析和解决实际问题的能力，为学习后续课程打下良好的基础。更重要的是，本课程还注重培养学生具备一定的科学思维、科学精神和科学素质，树立科学思想及正确的世界观和方法论，学生不仅能够获得实用的理论知识，还能够在学习过程中认知大国工匠精神的内涵及时代意义，增强专业认同感、民族责任感。

English Description

三、课程目标

1、知识目标：

1-1：了解离散数学的主要组成部分及各部分所涉及的基本内容；

1-2：掌握离散数学的基本概念和基本原理；

1-3：掌握离散数学的推理与证明过程、基本算法及应用方法。

2、能力目标：

2-1：初步掌握处理离散结构所必须的描述工具和方法，为学习后续课程打下基础；

2-2：培养抽象思维，提高知识概括与逻辑推理的能力；

2-3：具有良好的开拓专业理论的素质，及使用所学知识分析和解决实际问题的能力。

3、**德育/素养目标：**

3-1：理解离散数学知识对于解决计算机科学相关工程实践问题的重要意义；

3-2：具有良好的团队协作意识和能力、较强的表达能力和人际交往能力；

3-3：具备一定的科学思维、科学精神和科学素质，树立科学思想及正确的世界观和方法论；

3-4：认知大国工匠精神的内涵及时代意义，增强专业认同感、民族责任感。

表 1 课程目标与毕业要求的对应关系

毕业要求	指标点	课程目标	关联性（H/M/L）
1、工程知识：能够将数学、自然科学、工程基础和专业知识用于解决复杂工程问题。	指标点 1-1：掌握数学、自然科学、工程基础和专业知识，并使用其建立正确的数学、物理学等模型以解释复杂工程问题；	1-1 、 1-2 、 1-3 、 2-1 、 2-2、2-3、3-1	H
	指标点 1-2：掌握程序设计、数据结构、算法分析与设计、计算机数字系统、操作系统等专业知识，具备计算机程序设计开发能力和计算机与信息系统设计开发与维护能力；	1-1 、 1-2 、 1-3 、 2-1 、 2-2、2-3、3-3	M
2、问题分析：能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理、方法和手段，识别、表达、并通过文献研究分析复杂工程问题，以获得有效结论。	指标点 2-1：专业知识掌握扎实，了解中国和世界经济领域及其研究的最新动态和发展趋势；能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理、方法和手段，分析、识别、表达本专业相关的复杂工程问题；	1-3 、 2-1 、 2-2 、 2-3 、 3-1 、 3-2 、 3-3、3-4	H
	指标点 2-2：能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理、方法和手段，针对实际复杂工程问题设计针对性的技术方案，并综合运用文献、科学理论和技术手段予以解决。	1-3 、 2-1 、 2-2 、 2-3 、 3-1、 3-2、 3-3、3-4	H

4、研究：能够基于科学原理并采用科学方法对复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。	指标点 4-2：能够结合本专业知识对实验数据进行分析与解释，设计并优化实验方案，并通过信息综合得到合理有效的结论；	1-3 、 2-1 、2-2 、 2-3 、3-1、 3-2、3-3、3-4	L

四、主要教学内容

（一）理论教学

第 1 章：集合 （支撑课程目标 1-1、1-2、1-3、2-1、2-2、3-1、3-2）

【1】知识点：

(1) 集合的概念及其表示法；
(2) 集合的基本运算；
(3) 包含排斥原理。

【2】学习目标：

了解： 集合的概念及其表示法。
理解： 包含排斥原理。
掌握： 集合的基本运算。

【3】重点内容：

(1) 集合的基本运算；
(2) 包含排斥原理。

【4】难点内容：

包含排斥原理。

【5】思政案例：

通过讲解集合的基本概念，使学生了解集合中元素与集合之间的关系，引申出个人与集体之间的关系，告知学生一个人只有当他把自己和集体融合在一起的时候才能最有力量。使学生正确认识个人与集体之间的关系，培养良好的团队协作意识和能力。

第 2 章：二元关系 （支撑课程目标 1-1、1-2、1-3、2-1、2-2、2-3、3-1、3-4）

【1】知识点：

(1) 序偶与笛卡尔乘积；
(2) 关系及其表示；
(3) 关系的性质；
(4) 复合关系和逆关系；
(5) 关系的闭包运算；
(6) 等价关系与等价类；
(7) 序关系；
(8) 函数。

【2】学习目标：

了解： 序偶与笛卡尔积，复合关系和逆关系。
理解： 关系的性质，等价关系与等价类，偏序关系，函数的概念。
掌握： 关系矩阵与关系图的表示方法，关系的复合运算，关系的闭包运算，哈斯图表示方法，特殊元素的判断。

【3】重点内容：

(1) 关系的表示方法；
(2) 关系的性质；
(3) 关系的闭包运算；

(4) 等价关系的判断；
(5) 哈斯图。

【4】难点内容：

(1) 关系矩阵与关系图的表示方法；
(2) 关系的复合运算；
(3) 传递闭包的求法；
(4) 商集的求法；
(5) 特殊元素的判断；
(6) 复合函数。

【5】思政案例：

在讲解笛卡尔乘积知识点过程中引入数学家笛卡尔人物事迹，介绍其对数学的发展做出了重要的贡献，向学生强调笛卡尔勤于思考和执着追求知识的精神，鼓励学生刻苦学习知识，同时要有努力钻研的精神。

第 3 章：代数系统的一般概念和性质（支撑课程目标 1-1、1-2、2-1、2-2、3-3、3-4）

【1】知识点：

(1) 代数系统；
(2) 代数系统的同态与同构。

【2】学习目标：

了解： 二元运算的定义，代数系统的定义，代数系统的同态与同构。
理解： 二元运算的性质，二元运算的特殊元素。
掌握： 二元运算过程。

【3】重点内容：

(1) 二元运算的性质；
(2) 二元运算的特殊元素。

【4】难点内容：

特殊元素幺元、零元、可逆元的判定。

【5】思政案例：

在代数系统课程引入部分，介绍代数系统创立发展过程中的几位重要数学家，如阿贝尔、伽罗瓦等人的研究经历，强调这些数学家对代数系统发展的重要作用，激发学生对后续知识的学习兴趣，同时鼓励学生向这些数学家学习，深入钻研好专业知识，为祖国建设贡献自己的力量，激发学生的民族责任感。

第 4 章：几个典型的代数系统（支撑课程目标 1-1、1-2、1-3、2-1、2-2、2-3、3-3、3-4）

【1】知识点：

(1) 半群；
(2) 群与子群；
(3) 循环群和置换群；
(4) 陪集与拉格朗日定理；
(5) 环与域；
(6) 格与布尔代数。

【2】学习目标：

了解： 各种典型代数系统在构成上的差异。
理解： 半群、群及子群的概念及其基本性质，置换运算，拉格朗日定理，格与子格。
掌握： 群的证明，不同代数系统的判定，陪集的求法。

【3】重点内容：

(1) 半群的证明；

(2) 群的证明；
(3) 群的基本性质；
(4) 循环群的证明；
(5) 置换运算；
(6) 陪集的求法；
(7) 环与域的判定。

【4】难点内容：

(1) 半群的性质；
(2) 群的概念及其基本性质；
(3) 生成元的判定；
(4) 拉格朗日定理的应用；
(5) 整环的判定；
(6) 子格。

【5】思政案例：

在讲解群的相关定义时，以例题的形式引入一种特殊的群，即克莱因四元群。讲解克莱因四元群的相关特征，并引申出克莱因瓶，激发学生的学习兴趣。同时向学生简单介绍数学家克莱因的生平简介，着重介绍他是如何孜孜不倦地进行学术研究的，引发学生对于科学探索及创新的热情，鼓励学生不怕困难，勇于向前，刻苦学习，报效祖国。

第 5 章：图的一般概念与性质（支撑课程目标 1-1、1-2、1-3、2-1、2-2、2-3、3-1、3-4）

【1】知识点：

(1) 图的基本概念；
(2) 图的连通性；
(3) 赋权图的最短路径；
(4) 图的矩阵表示。

【2】学习目标：

了解： 图的概念，简单图的主要特征，图的同构。
理解： 握手定理，图的连通性，点割集与边割集，图的矩阵表示。
掌握： 握手定理的应用，赋权图的最短路径的求法。

【3】重点内容：

(1) 结点的度数；
(2) 点割集与边割集；
(3) 赋权图的最短路径的求法；
(4) 图的各种矩阵表示方法。

【4】难点内容：

(1) 握手定理的应用；
(2) 赋权图的最短路径的求法；
(3) 可达性矩阵的求法。

【5】思政案例：

在讲解赋权图的最短路径问题应用时引入计算机网络传输过程路由选择问题中的最短路由选择算法简介，帮助学生更好地理解知识点。知识讲解过程中引入计算机专业的相关应用背景可以激发学生的学习兴趣，促进对知识的理解，同时增强学生的专业认同感。

第 6 章：几种特殊的图（支撑课程目标 1-1、1-2、1-3、2-1、2-2、2-3、3-1、3-4）

【1】知识点：

(1) 欧拉图与哈密尔顿图；
(2) 二部图；

(3) 平面图；
(4) 树。

【2】学习目标：

了解： 各种图在计算机领域中的应用，二部图。

理解： 欧拉回路与欧拉图，哈密尔顿回路与哈密尔顿图，欧拉公式，平面图与树的概念及性质。

掌握： 欧拉图与哈密尔顿图的判定方法，最小生成树和最优树的求取方法。

【3】重点内容：

(1) 欧拉图与哈密尔顿图的判定方法；
(2) 平面图的性质及判定；
(3) 最小生成树的求取方法；
(4) 最优树的求取方法。

【4】难点内容：

(1) 哈密尔顿图的判定方法；
(2) 欧拉公式的应用；
(3) 最小生成树的求取方法；
(4) 最优树的求取方法。

【5】思政案例：

进行平面图课程引入时先向学生介绍平面图的重要意义。平面图是图论领域重要的研究对象。由平面图引申出的图的一般嵌入性问题，形成了拓扑图论的主要内容。我国数学家吴文俊、刘彦佩等都在该方向有精湛的研究，向学生介绍两位学者的著作，尤其是吴文俊老先生曾获得国家最高科学技术奖。鼓励学生可以读一下吴文俊老先生的生平传记，学习他是如何进行科学研究的。鼓励学生要向这些学者们学习，树立伟大的志向，努力学习，为国奉献。

第 7 章：命题逻辑（支撑课程目标 1-1、1-2、1-3、2-1、2-2、2-3、3-2、3-3）

【1】知识点：

(1) 命题与联接词；
(2) 命题公式及其分类；
(3) 等值演算；
(4) 其他联接词；
(5) 对偶与范式；
(6) 推理理论。

【2】学习目标：

了解： 命题逻辑的基本概念，命题联结词的概念。

理解： 命题公式的真值表，命题逻辑的等值式与蕴涵式，主合取范式及主析取范式。

掌握： 等值公式的证明方法，命题逻辑的推理过程。

【3】重点内容：

(1) 命题的判断；
(2) 命题公式的真值表；
(3) 命题逻辑的等值式与蕴涵式；
(4) 主合取范式及主析取范式；
(5) 命题逻辑的推理过程。

【4】难点内容：

(1) 命题公式的分类；
(2) 等值公式的证明方法；
(3) 主合取范式与主析取范式的相互转换；

(4) 间接证明法。

【5】思政案例：

在讲解主合取范式及主析取范式时，引导学生演算发现有些形式不同的命题公式其实可以化为相同的主合取范式或主析取范式，即它们是等值的。进一步引导学生思考有些事务虽然表面不同，但是本质相同，而透过现象发现事物的本质不是一件容易的事情。鼓励学生在发现及解决问题的时候要深入思考，把握问题的本质，注意培养自己的科学思维、科学精神和科学素质，树立科学思想及正确的世界观和方法论。

第 8 章：谓词逻辑（支撑课程目标 1-1、1-2、1-3、2-1、2-2、2-3、3-2、3-3）

【1】知识点：

(1) 谓词公式及其解释；
(2) 谓词公式的等值式与蕴含式；
(3) 前束范式；
(4) 谓词逻辑推理理论。

【2】学习目标：

了解： 谓词逻辑的基本概念，前束范式。
理解： 谓词逻辑的符号化，谓词公式的等值式与蕴含式。
掌握： 谓词逻辑推理过程。

【3】重点内容：

(1) 谓词逻辑的符号化；
(2) 谓词公式的等值式与蕴含式；
(3) 谓词逻辑推理规则。

【4】难点内容：

(1) 特性谓词；
(2) 谓词逻辑推理规则的应用。

【5】思政案例：

在谓词逻辑课程引入部分，先带领学生复习命题逻辑的推理过程，并举出苏格拉底三段论请学生证明，学生会发现无法应用已学命题逻辑知识给出证明过程，告知学生学习谓词逻辑证明后该问题可以迎刃而解，使得学生明白命题逻辑证明的不足，由此引出谓词逻辑的相关知识。上述课程引入过程中，教师引导学生思考逻辑推理由命题到谓词的过程，使学生认识到看任何问题都要用发展的眼光，不能止步不前，尤其是对于青年学生来说，对知识的探索更是永无止境。

五、教学安排与学时分配

本课程以课堂教学为主，课堂教学围绕本课程的基本概念、基本理论、基本原理等进行授课。课程围绕立德树人根本任务，以培养德智体美劳全面发展社会主义建设者和接班人为总目标，以离散数学知识理论为基础，逐步展开，深入讲解集合论、代数系统、图论、数理逻辑相关知识及应用。课程充分利用线下课堂和思政案例开展教学活动，发挥知识传授引领作用，厚植家国情怀和强国理念，扎实基础知识，开拓专业理论素质，培养学生应用所学知识分析和解决实际问题的能力。线下面授课堂的学时分配如表 2 所示。

表 2 学时分配表

讲 课 内 容		学时				
		讲课	实验	上机	设计	课外
第 1 章	集合	2	0	0	0	0

第 2 章	二元关系	10	0	0	0	0
第 3 章	代数系统的一般概念和性质	2	0	0	0	0
第 4 章	几个典型的代数系统	10	0	0	0	0
第 5 章	图的一般概念与性质	6	0	0	0	0
第 6 章	几种特殊的图	6	0	0	0	0
第 7 章	命题逻辑	8	0	0	0	0
第 8 章	谓词逻辑	4	0	0	0	0
小计		48	0	0	0	0
总计	48					

六、教学方法

1、讲授基本原理，理论联系实际，强调知识点的应用，培养学生创新能力。

2、采用多媒体课件和传统教学相结合的教学方式，赋予课堂生机。

3、理论教学、讨论形式相结合，调动学生的学习积极性，培养学生的自学能力、团队协作能力和解决实际问题的能力。

七、成绩评定

1、本课程考试形式为闭卷，按百分制评定。结合平时作业、课堂提问、课堂交流和期末考试成绩综合评定成绩。

（1）平时成绩占 50%，主要包括课堂交流与表现、作业等综合评定。

（2）期末成绩占 50%，主要为试卷成绩（闭卷测试）。

2、所缺作业超过应完成量 1/3 者，或缺课学时超过计划学时 1/3 者，取消该课程考核资格。

八、评价及持续改进

1、教学大纲

考核周期：4 年，修订周期：4 年。

改进措施：课程负责人组织课程团队所有教师讨论后提出改进意见，经教研室主任审核后由教学院长批准。

2、成绩评定考核

考核周期：1 学年，评价依据：学生最终成绩综合分析。

改进措施：根据学生最终成绩的分布，进行相应的内容调整和优化，并改进教学方法。

撰写：　刘立卿

审核：　袁晓铭

批准：　史闻博

日期：　2023.07.05