**《离散数学》课程教学大纲**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程名称** | **中文** | | 离散数学 | | | | | |
| **英文** | | Discrete Mathematics | | | | | |
| **课程代码** | A122252 | | **开课学院/系** | | 电气信息工程学院 /信息工程系 | | **制定/修订**  **时间** | 2023.09 |
| **课程类别** | 专业基础 | | **学分** | | 3.0 | | **学时** | 48 |
| **适用专业** | 物联网工程 | | | | | | | |
| **先修课程** | 高等数学 | | | | | | | |
| **选用教材** | 屈婉玲、耿素云、张立昂. 离散数学（第2版）. 北京：高等教育出版社，2015 | | | | | | | |
| **课时分配** | **理论学时** | 48 | | **实验（其他）学时** | | 0 | **学时合计** | 48 |
| **撰写人** | 丁兆明 | **审定人** | | | 贾子彦 | | **批准人** | 薛波 |

**一、课程简介**

《离散数学》是物联网工程专业（嵌入式培养）的数学与自然科学课程必修课，要求学生具有高等数学的基础。本课程主要研究离散结构及其相互关系，是一门理论性较强、应用性较广的课程，广泛应用于实际问题的建模与分析，对培养学生的计算思维起着重要的作用。其中，数理逻辑是用符号化的方法研究推理的工具，集合论是现代数学的基础，代数结构、图论等知识在计算机、工业互联网等工程技术领域中有着广泛的应用。通过学习本课程，使学生具有现代数学的观点和方法，并初步掌握处理离散结构所必须的描述工具和方法。同时，培养学生抽象思维和慎密概括的能力，使学生具有良好的开拓专业理论的素质和使用所学知识分析和解决实际问题的能力。

**二、课程目标**

课程目标1：掌握离散数学（数理逻辑、集合论、代数结构与图论）的基本概念、基本原理、基本方法等基础知识，具备工业互联网领域复杂工程问题所需的形式化、模型化的抽象思维能力和计算思维能力。

课程目标2：理解直接证明法、反证法、数学归纳法、构造法等常用的证明方法，掌握图的构造和表示方法，具有机械化、自动化的逻辑推理能力，能够应用离散数学的概念、理论与方法识别、表达计算相关的复杂工程问题，逐步学会为工业互联网领域专业工程问题建立数学模型并能通过推理分析获得有效结论，理解并逐步设计求解这些问题的算法基本思想。

**三、课程目标与毕业要求的支撑关系**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **毕业要求** | **毕业要求指标点** | **课程目标** |
| 毕业要求1：工程知识 | 1.1 掌握工业互联网领域复杂工程问题所需的数学和物理基础知识。 | 1 |
| 毕业要求2：问题分析 | 2.1 能够应用数学、物理和工程基础原理和分析方法，识别专业工程问题，并表述为数学模型进行分析。 | 2 |

**四、课程教学内容**

（一）理论教学部分

**内容1：命题逻辑**

1. 基本内容：命题与联结词，命题公式及其赋值，命题公式等值式，析取范式与合取范式，联结词的完备集，命题逻辑推理的形式结构，自然推理系统P。

2. 重点：命题符号化；命题公式的赋值与类型；命题公式的等值演算；析取范式与合取范式、极小项与极大项、主析取范式与主合取范式；求主析取(主合取)范式的方法；利用主析取(主合取)范式求公式的成真赋值、成假赋值、判断公式的类型、判断公式是否等值；推理的形式结构与推理规则。

3. 难点：“相容或”与“排斥或”；求主析取(主合取)范式；真值表法、等值演算法、主析取范式法等基本推理方法；直接证明法、附加前提证明法、归谬法等基本证明方法。

4. 知识目标：掌握命题、原子命题、命题常项、命题变项、复合命题的概念、五种常用的命题联结词和对命题进行符号化；掌握命题公式的概念、命题公式的解释及公式的分类；掌握利用真值表及利用真值表判断公式的类型；掌握和熟练运用命题公式的基本等值式进行等值演算；理解命题公式的范式存在定理和掌握命题公式的主范式求法；理解推理定律与自然推理系统P定义的推理规则；理解利用推理理论进行构造证明的方法。

5. 能力目标：能够运用命题符号化的基本概念和联结词识别和表述复杂工程问题，并进一步表示为命题公式；能够利用命题公式对实际问题中的变化因素进行合理解释；能够运用命题逻辑等值演算与推理对复杂工程问题进行等值变换和消解。

6. 素质目标：通过了解逻辑学的开创者亚里士多德（Aristotle）的故事，加深学生对数理逻辑实质性的理解，即数理逻辑是用数学的方法把逻辑学所涉及的“概念、判断、推理”进行符号化表示，并通过演算来描述推理过程的一般规律；通过了解数理逻辑已经成为计算机、人工智能等技术或学科的重要理论基础，激发学生努力学好这门课的热情。

内容2: 谓词逻辑

1. 基本内容：个体词、谓词、量词基本概念，一阶逻辑命题符号化，一阶逻辑公式及其解释，一阶逻辑等值式与置换规则，一阶逻辑前束范式，一阶逻辑的推理理论。

2. 重点：一阶逻辑命题的符号化；一阶逻辑公式、解释及判定其类型；一阶逻辑中重要的等值式；置换规则、换名规则、代替规则。

3. 难点：一阶逻辑公式的解释；一阶逻辑的推理规则与证明。

4. 知识目标：了解个体词、谓词、个体常项、个体变项、谓词常项、谓词变项、量词、全称量词、存在量词、特性量词的概念；熟练掌握命题的一阶逻辑符号化；了解一阶逻辑合式公式解释的概念；熟练掌握如何解释一阶逻辑合式公式及判断一阶逻辑合式公式的真值；了解指导变项、辖域、约束出现、自由出现、闭式、换名规则、代替规则的概念；理解量词的引入和消去规则及成立的条件，并利用一阶逻辑的推理理论进行构造证明。

5. 能力目标：能够理解谓词逻辑引入的必要性，熟练运用命题的一阶逻辑符号化准确表达个体与总体之间的内在联系和数量关系；能够利用谓词逻辑的等值演算和推理对复杂工程问题做出更加准确的识别和表述。

6. 素质目标：通过了解国内数理逻辑的研究历史、现状，尤其是数学家吴文俊院士在机器定理证明方面的贡献，树立青年学生勇于创新的自信心，建立正确的科学思维方式。

内容3：集合与关系

1. 基本内容：集合基本概念，集合运算，有穷的集计数；有序对与笛卡尔积，二元关系，关系运算，关系性质，关系闭包，等价关系与划分，偏序关系。

2. 重点：集合之间的关系；集合的基本运算；有穷集合的计数方法；笛卡儿积的运算和性质；关系的两种表示方法；关系的逆运算和基本复合运算；关系的性质；关系闭包的构造方法；等价关系、等价类、商集、划分的概念以及等价关系与划分的关系；偏序关系、偏序集、哈斯图、偏序集中的特定元素等概念。

3. 难点：有穷集的计数方法；关系复合运算的求解方法；关系的闭包运算；等价关系、等价类；偏序关系、偏序集、哈斯图。

4. 知识目标：了解集合的基本概念、*n*元组、*n*阶笛卡儿积的概念；了解集合的相等或者包含关系的证明方法；掌握集合的基本运算、有序对、笛卡儿积的运算性质；掌握二元关系、空关系、全域关系、恒等关系、关系矩阵、关系图；掌握关系的复合运算与逆关系；理解等价关系、等价类、划分、划分块的概念；理解偏序关系、偏序集、可比、覆盖、全序关系的概念；理解偏序关系中最元、极元、上界、下界、上确界、下确界，会画哈斯图。

5. 能力目标：能够运用集合的基本概念及其运算表述实际问题；能够利用关系的基本定义与性质，通过建立简单二元关系的集合论模型描述计算机科学技术中的数据信息并进行处理。

6. 素质目标：通过简单了解集合论的发展史，即从朴素集合论创立到公理化集合论体系的建立，学习数学家敢于怀疑、勇于批判、严谨求实的科学精神。

内容4：函数

1. 基本内容：函数的基本概念，函数的类型与特殊的函数，函数的复合与反函数，双射函数与集合的基数。

2. 重点：函数的概念与性质；复合函数、双射函数的反函数。

3. 难点：复合函数、双射函数的反函数。

4. 知识目标：了解函数的相关应用；熟悉函数的定义、函数的复合运算和反函数；理解常见的特殊函数；掌握单射、满射、双射函数的判别方法。

5. 能力目标：能够表达和识别离散对象之间的函数关系；能够记住和理解函数的各种定义；能够运用函数建立实际问题，并通过计算机算法设计进行求解。

6. 素质目标：在反函数的应用中，通过了解密码学中加密解密案例让学生认识到不可逆性在安全中的重要作用，增强学生的安全防范意识。

内容5：代数结构

1. 基本内容：二元运算及其性质，代数系统，半群、群的定义与性质，环、域的概念及其判定，格与布尔代数。

2. 重点：二元运算的性质；多种代数结构的判定；偏序格、布尔格的哈斯图判断方法。

3. 难点：多种代数结构的判定；格、布尔代数的概念与判断。

4. 知识目标：了解同类型代数系统的概念和子代数的概念；熟悉判定代数系统和二元运算的性质、特异元素的方法；掌握代数系统的基本概念和运算；掌握半群和独异点的概念及性质；掌握群的定义及性质；了解环和域的概念及运算性质；理解格、分配格、有补格、布尔代数的概念，了解格的性质；掌握通过哈斯图判断是否为格的方法，学会通过哈斯图判断和求元素补元。

5. 能力目标：具备对多种代数结构进行识别和判定的能力；能够理解运算和函数间的联系和区别；能够运用代数系统基本概念及性质理解各个典型二元代数系统之间的联系。

6. 素质目标：通过利用群的知识了解信息安全的基本知识及其重要性，培养青年学生关于信息安全的责任意识。

内容6：图与树

1. 基本内容：图的定义，通路与回路，图的连通性，图的矩阵表示，图的运算，树的定义及其性质，生成树、生成树的构造，树根及其应用。

2. 重点：图的定义；握手定理；同构、简单图、完全图、正则图、子图、补图、二部图等概念及其性质；通路与回路的定义与表示方法；无向图的连通性、连通分支等概念；边割集、点割集、割边(桥)、割点的概念；无向图的点连通度、边连通度等概念及其之间的关系；用有向图的邻接矩阵及各次幂求图中通路与回路数的方法；有向图的关联矩阵、邻接矩阵、可达矩阵；无向树的定义及性质；画出阶数n较小的所有非同构的无向树；生成树、基本回路、基本回路系统、基本割集、基本割集系统的概念；求最小生成树；根树及其分类等概念，阶数较小的所有非同构的根树的画法；Huffman算法并求最佳前缀码。

3. 难点：无向图的连通性、连通分支；无向图的点连通度、边连通度；n阶树的所有非同构的无向树；求最小生成树；Huffman算法及求最佳前缀码。

4. 知识目标：掌握图、路与回路等基本概念；熟悉无向图的连通性、连通分支、连通度等概念、熟悉有向图连通性的概念；掌握二部图的判断方法；熟练掌握图的矩阵表示；掌握图的连通性的矩阵判别法；掌握树、生成树以及最小生成树的概念、二叉树的性质；掌握最优二叉树的判断及Huffman编码方法。

5. 能力目标：具备利用图的基础知识对现实问题进行抽象的能力；能够利用图的邻接矩阵通过运算判断网络中任意节点间路径的可达性；能够运用最优二叉树算法对通信系统中的量化电平进行编码。

6. 素质目标：通过运用图和树的基础理论及其路径搜索算法设计家乡的最优旅游线路，增强学生对新时代社会主义建设中“绿水青山就是金山银山”的认同感，培养其对环境保护的意识。

内容7：特殊图与图着色

1. 基本内容：欧拉图与哈密顿图，平面图的基本概念、欧拉公式、平面图的判断、平面图的对偶图，图着色、支配集等。

2. 重点：欧拉图与半欧拉图的定义及判别定理；哈密顿图及半哈密顿图的定义及判别方法，平面图的概念与性质，欧拉公式及其推论，平面图判断的基本定理。

3. 难点：欧拉图与半欧拉图的判别定理；哈密顿图及半哈密顿图的判别定理，平面图的对偶图，欧拉公式的应用及地图的着色。

4. 知识目标：熟练掌握欧拉图和哈密顿图的判断、应用；熟悉平面图的基本概念，掌握欧拉公式的基本定义，学会判断平面图并了解平面图的应用领域；了解平面图的对偶图基本转换方法及对图中顶点的着色、地图的着色与平面图的着色及边着色等概念。

5. 能力目标：能够记住欧拉图与哈密顿图的基本特征及性质；能够应用哈密顿图解决实际问题；能够运用平面图的基本概念与特征解决地图着色问题。

6. 素质目标：通过了解特殊图在实际应用中的重要意义，培养和锻炼学生抽象化的科学思维能力。

（二）实验教学部分（若有课内实验）

无。

**五、教学内容、教学方式与课程目标的支撑关系**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程目标** | **教学内容** | **教学方式** | | |
| **线下教学** | **混合教学** | **线上教学** |
| 课程目标1 | 内容1：命题逻辑  内容2：谓词逻辑  内容3：集合与关系  内容4：函数  内容6：图与树 | √ |  |  |
| 课程目标2 | 内容1：命题逻辑  内容2：谓词逻辑  内容3：集合与关系  内容4：函数  内容5：代数结构  内容6：图与树  内容7：特殊图与图着色 | √ |  |  |

**六、课程教学方法与学时分配**

（一）教学方法

（1）线下教学方法：课前在雨课堂线上进行预习并完成引导性自测题，课中线下进行问题引导、互动、随堂测试。课前线上侧重比较容易学习且必须掌握的基础性内容，例如，图的一些基本概念、性质。线下课堂则侧重高阶性、创新性和挑战度的内容，例如，相似或者容易混淆的概念、原理的联系与区别，同一个问题的解决涉及多方面的知识点、思考的全面性、系统性以及方案设计、现象解释、知识应用等方法和能力训练。

（2）问题导向，注重运用启发互动式教学方法：以学生为本，设计科学合理的启发互动环节，激发学生思考，让学生积极参与教学活动，成为真正意义上的主体，而教师仅仅是学生学习活动的指导者。

（3）采用案例法与研究法，注重引导学生掌握分析复杂工程问题及解决复杂工程问题的方法：向学生讲解“复杂工程问题”具备的特征，如必须运用“深入的工程原理，经过分析才可能得到解决”或需要通过“建立合适的抽象模型才能解决”，给出复杂工程问题的一般解决思路，培养学生解决复杂工程问题的能力。

（4）采用板书与多媒体相结合教学方法：对于重、难点的分析推导部分采用板书形式，对于枯燥抽象的课程内容结合线上多媒体形式使其尽量生动化、形象化，便于学生接受和理解。

（5）联系实际，培养兴趣：引导、激励学生的学习积极性和自主性，多举一些生活中常见的工程实例，使课程更生动，让学生有直观的认识，对课程学习产生兴趣。

(6) 进行有效的作业练习：作业是检验学生对所学知识掌握情况的有效手段，布置作业时要有量有质，加强重难点知识和能力训练；要由浅入深，引发学生思考，培养学生的分析问题和解决问题的能力。

1. 学时分配

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **教学内容** | **课堂讲授** | **线上讲授** | **实验** | **上机** | **合计** |
| 内容1：命题逻辑 | 8 |  |  |  | 8 |
| 内容2：谓词逻辑 | 5 |  |  |  | 5 |
| 内容3：集合与关系 | 10 |  |  |  | 10 |
| 内容4：函数 | 3 |  |  |  | 3 |
| 内容5：代数结构 | 4 |  |  |  | 4 |
| 内容6：图与树 | 10 |  |  |  | 10 |
| 内容7：特殊图与图着色 | 8 |  |  |  | 8 |
| 合计 | 48 |  |  |  | 48 |

**七、课程考核方式及成绩评定方法**

本门课程采用“N+1”过程性考核的方式进行考核。

考核方式：采用过程考核（线上自测、线下随堂测验、线下作业、线下单元测验）和期末考试相结合的形式对学生课程成绩进行综合评定。

成绩评定：课程考核总成绩中过程考核占50%：线上自测5%，线下作业30%，线下测试15%（随堂测试5%，单元测试10%）；期末考试成绩占50%。各考核环节按照附件中的评分标准进行成绩评定。

课程目标与课程考核环节的对应关系：

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **课程目标** | **考核环节** | | | | | **合计** |
| 线上自测 | 线下作业 | 线下测试 | | 期末考试 |
| 随堂测试 | 单元测试 |
| 1 | 课程目标1 | 3% | 18% | 5% | 6% | 20% | 52% |
| 2 | 课程目标2 | 2% | 12% | 0% | 4% | 30% | 48% |
| 合计 | | 5% | 30% | 5% | 10% | 50% | 100% |

**八、课程参考书目及资源**

1. 王元元,宋丽华,王兆丽,韩敬利. 离散数学教程（第2版）. 北京: 高等教育出版社, 2019.

2. 屈婉玲,耿素云,张立昂. 离散数学学习指导与习题解析（第2版）. 北京: 高等教育出版社, 2015.

3. 左孝陵等. 离散数学. 上海: 上海科技文献出版社, 1982.

4. 徐洁磐. 离散数学导论（第5版）. 北京: 高等教育出版社, 2016.

5. 卢力. 离散数学简明教程. 北京: 清华大学出版社, 2017.

6. Kenenth H Rosen. 徐六通,杨娟,吴斌译. 离散数学及其应用（第8版）. 北京: 机械工业出版社，2019.

7. 中国大学MOOC国家精品资源共享课，离散数学，电子科技大学

https://www.icourse163.org/learn/UESTC-1002268006?tid=1467061505#/learn/announce

**九、大纲修订说明**

2022.06 制定大纲。

2023.09 对考核比例进行微调。

**附件：评分标准**

考核环节中各类测验及期末考核评分标准详见每学期“测验参考答案及评分标准”、“试卷参考答案及评分标准”。

考核中线下作业评分标准如下：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 类型 | 评分标准  观测点 | **优（90～100）** | **良（80～89）** | **中（70～79）** | **及格（60**  **～69）** | **不及格（<60）** |
| 线下  作业 | 基本概念掌握程度 | 基本概念掌握很好 | 主要概念清晰，但部分有误 | 部分概念清晰 | 基本概念不够清晰 | 基本概念未掌握 |
| 分析问题思路清晰性、解决问题方法正确性 | 思路清晰，能够解决问题，计算正确。 | 主要思路、过程和计算过程正确。 | 思路、过程部分可行，计算过程个别不正确 | 思路、过程部分尚可，计算过程部分不正确 | 不会做或者作业不完整 |
| 作业完成态度 | 认真独立完成作业，书写工整、清晰，符号、单位等按规范执行。 | 比较认真独立完成作业，书写清晰，主要符号、单位等按规范执行。 | 独立完成作业，部分符号、单位等按规范执行。 | 不够认真，符号、单位等不按照规范执行。 | 很不认真或者抄袭或未交 |