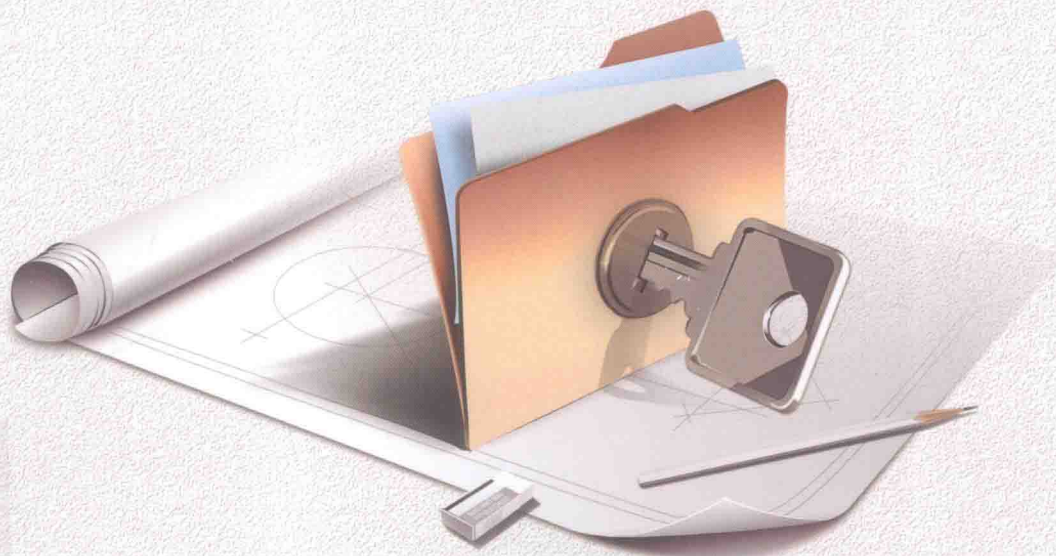


高等学校计算机类课程应用型人才培养规划教材

离散数学简明教程

LISAN SHUXUE JIANMING JIAOCHENG

徐洁磐 主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

高等学校计算机类课程应用型人才培养规划教材

离散数学简明教程

徐洁磐 主 编

宋 毅 王嘉鹏
宋艳艳 蒋东玉 副主编

中国铁道出版社

2015年·北京

内 容 简 介

本教材是以内容简明、面向应用为特色的离散数学教材,它适合于课程学时数为30~50的教学需要。

全书内容遵循少而精的原则,重点突出,学以致用,并且做到深入浅出。全书共有7章:绪言、集合论基础、关系、代数系统、图论、数理逻辑、离散建模。

本教材适用于普通高等学校计算机应用型本科及高职高专学生“离散数学”课程教材之用,也可作为自考、成人业余高校相关专业教材及教学参考之用。

图书在版编目(CIP)数据

离散数学简明教程 / 徐洁磐主编. —北京: 中国铁道出版社, 2015.9

高等学校计算机类课程应用型人才培养规划教材

ISBN 978-7-113-20614-7

I. ①离… II. ①徐… III. ①离散数学—高等学校—教材 IV. ①O158

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第139968号

书 名: 离散数学简明教程

作 者: 徐洁磐 主编

策 划: 周海燕

读者热线: 400-668-0820

责任编辑: 周海燕 鲍 闻

封面设计: 付 巍

封面制作: 白 雪

责任校对: 徐盼欣

责任印制: 李 佳

出版发行: 中国铁道出版社(100054, 北京市西城区右安门西街8号)

网 址: <http://www.51eds.com>

印 刷: 三河市华业印务有限公司

版 次: 2015年9月第1版 2015年9月第1次印刷

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16 印张: 12 字数: 223 千

书 号: ISBN 978-7-113-20614-7

定 价: 36.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社教材图书营销部联系调换。电话:(010) 63550836

打击盗版举报电话:(010) 51873659

编审委员会

主任：何新贵 教授、中国工程院院士

(北京大学)

副主任：(按姓氏笔画排序)

刘瑞挺 教授

(南开大学)

罗晓沛 教授

(中国科学院研究生院)

岳丽华 教授

(中国科技大学)

周广声 教授

(上海海事大学)

郑人杰 教授

(清华大学)

徐洁磐 教授

(南京大学)

唐世渭 教授

(北京大学)

委员：(按姓氏笔画排序)

王 浩 教授

(合肥工业大学)

王晓峰 教授

(上海海事大学)

史九林 教授

(南京大学)

白晓颖 教授

(清华大学)

刘 强 副教授

(清华大学)

许 勇 教授

(安徽师范大学)

孙志挥 教授

(东南大学)

李龙澍 教授

(安徽大学)

李银胜 副教授

(复旦大学)

李盛恩 教授

(山东建筑工程学院)

李敬兆 教授

(安徽理工大学)

杨吉江 教授

(清华大学)

何守才 教授

(上海第二工业大学)

余 粟 副教授

(上海工程技术大学)

张 莉 教授

(北京航空航天大学)

张 瑜 教授

(上海工程技术大学)

张燕平 教授

(安徽大学)

陈世福 教授

(南京大学)

陈涵生 研究员

(上海华东计算技术研究所)

迟洪钦 副教授

(上海师范大学)

林钧海 教授

(南京航空航天大学)

金志权 教授

(南京大学)

周鸣争 教授

(安徽工程大学)

周根林 教授级高工

(中电集团)

胡学钢 教授

(合肥工业大学)

姜同强 教授

(北京工商大学)

徐永森 教授

(南京大学)

殷人昆 教授

(清华大学)

郭学俊 教授

(河海大学)

黄上腾 教授

(上海交通大学)

董继润 教授

(山东大学)

蔡瑞英 教授

(南京工业大学)

当前,世界格局深刻变化,科技进步日新月异,人才竞争日趋激烈。我国经济建设、政治建设、文化建设、社会建设及生态文明建设全面推进,工业化、信息化、城镇化和国际化深入发展,人口、资源、环境压力日益加大,调整经济结构、转变发展方式的要求更加迫切。国际金融危机进一步凸显了提高国民素质、培养创新人才的重要性和紧迫性。我国未来发展关键靠人才,根本在教育。

高等教育承担着培养高级专门人才、发展科学技术与文化、促进现代化建设的重大任务。近年来,我国高等教育获得前所未有的发展,大学数量从1950年的220余所已上升到2008年的2200余所。但目前诸如学生适应社会以及就业和创业能力不强,创新型、实用型、复合型人才紧缺等高等教育与社会经济发展不相适应的问题越来越凸显。2010年7月发布的《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》提出了高等教育要“建立动态调整机制,不断优化高等教育结构,重点扩大应用型、复合型、技能型人才培养规模”的要求。因此,新一轮高等教育类型结构调整成为必然,许多高校特别是地方本科院校面临转型和准确定位的问题。这些高校立足于自身发展和社会需要,选择了应用型发展道路。应用型本科教育虽早已存在,但近几年才开始大力发展,并根据社会对人才的需求,扩充了新的教育理念,现已成为我国高等教育的一支重要力量。发展应用型本科教育,也已成为中国高等教育改革与发展的重要方向。

应用型本科教育既不同于传统的研究型本科教育,又区别于高职高专教育。研究型本科培养的人才将承担国家基础型、原创型和前瞻型的科学研究,它应培养理论型、学术型和创新型的研究人才。高职高专教育培养的是面向具体行业岗位的高素质、技能型人才,通俗地说,就是高级技术“蓝领”;而应用型本科培养的是面向生产第一线的本科层次应用型人才。由于长期受“精英”教育理念支配,脱离实际、盲目攀比,高等教育普遍存在重视理论型和学术型人才培养的偏向,忽视或轻视应用型、实践型人才的培养。在教学内容和教学方法上过多地强调理论教育、学术教育而忽视实践能力培养,造成我国“学术型”人才相对过剩,而应用型人才严重不足的被动局面。

应用型本科教育不是低层次的高等教育,而是高等教育大众化阶段的一种新型教育层次。计算机应用型本科的培养目标是:面向现代社会,培养掌握计算机学科领域的软硬件专业知识和专业技术,在生产、建设、管理、生活服务等第一线岗位,直接从事计算机应用系统的分析、设计、开发和维护等实际工作,维持生产、生活正常运转的应用型本科人才。计算机应用型本科人才有较强的技术思维能力和技术应用能力,是现代计

计算机软、硬件技术的应用者、实施者、实现者和组织者。应用型本科教育强调理论知识和实践知识并重,相应地,其教材更强调“用、新、精、适”。所谓“用”,是指教材的“可用性”、“实用性”和“易用性”,即教材内容要反映本学科基本原理、思想、技术和方法在相关现实领域的典型应用,介绍应用的具体环境、条件、方法和效果,培养学生根据现实问题选择合适的科学思想、理论、技术和方法去分析、解决实际问题的能力。所谓“新”,是指教材内容应及时反映本学科的最新发展和最新技术成就,以及这些新知识和新成就在行业、生产、管理、服务等方面的最新应用,从而有效地保证学生“学以致用”。所谓“精”,不是一般意义的“少而精”。事实常常告诉人们“少”与“精”是有矛盾的,数量的减少并不能直接促使提高质量,而且“精”又是对“宽与厚”的直接“背叛”。因此,教材要做到“精”,教材的编写者要在“用”和“新”的基础上对教材的内容进行去伪存真的精练工作,精选学生终身受益的基础知识和基本技能,力求把含金量最高的知识传承给学生。“精”是最难掌握的原则,是对编写者能力和智慧的考验。所谓“适”,是指各部分内容的知识深度、难度和知识量要适合应用型本科的教育层次,适合培养目标的既定方向,适合应用型本科学生的理解程度和接受能力。教材文字叙述应贯彻启发式、深入浅出、理论联系实际、适合教学实践,使学生能够形成对专业知识整体认识。以上四方面不是孤立的,而是相互依存的,并具有某种优先顺序。“用”是教材建设的唯一目的和出发点,“用”是“新”、“精”、“适”的最后归宿。“精”是“用”和“新”的进一步升华。“适”是教材与计算机应用型本科培养目标符合度的检验,是教材与计算机应用型本科人才培养规格适应度的检验。

中国铁道出版社同高等学校计算机类课程应用型人才培养规划教材编审委员会经过近两年的前期调研,专门为应用型本科计算机专业学生策划出版了理论深入、内容充实、材料新颖、范围较广、叙述简洁、条理清晰的系列教材。本系列教材在以往教材的基础上大胆创新,在内容编排上努力将理论与实践相结合,尽可能反映计算机专业的最新发展;在内容表达上力求由浅入深、通俗易懂;编写的内容主要包括计算机专业基础课和计算机专业课;在内容和形式体例上力求科学、合理、严密和完整,具有较强的系统性和实用性。

本系列教材针对应用型本科层次的计算机专业编写,是作者在教学层次上采纳了众多教学理论和实践的经验及总结,不但适合计算机等专业本科生使用,也可供从事IT行业或有关科学研究工作的人员参考,适合对该新领域感兴趣的读者阅读。

本系列教材出版过程中得到了计算机界很多院士和专家的支持和指导,中国铁道出版社多位编辑为本系列教材的出版做出了很大贡献,本系列教材的完成不但依靠了全体作者的共同努力,同时也参考了许多中外有关研究者的文献和著作,在此一并致谢。

应用型本科是一个日新月异的领域,许多问题尚在发展和探讨之中,观点的不同、体系的差异在所难免,本系列教材如有不当之处,恳请专家及读者批评指正。

离散数学是计算机专业的核心课程,自 20 世纪 70 年代末开设至今已有 30 余年历史。在这些年中随着科学技术不断发展、改革开放不断深入,对离散数学课程也不断有新的认识,特别是近年来的变化,使得对离散数学课程的教学改革需要有一个新的飞跃。

1. 离散数学课程教学环境的变化

近年来离散数学教学改革环境产生了重大的变化,主要表现为:

(1) 离散数学课程设置由计算机专业而扩展至信息技术领域的多个专业,由大学本科而扩展至高职高专,由研究型而扩展至应用型,由全日制而扩展至业余及成人教育等多种类型。

(2) 不同类型与性质学校、不同专业对离散数学的要求也大不相同。

(3) 由于高等教育由精英化走向大众化,因此离散数学参学人数越来越多,但学生知识起点参差不齐。

从以上 3 点可以看出,过去大一统的模式,即统一要求、统一内容及统一学时的时代已经结束,而多元化的“春秋战国”时代已经开始,设法解决这些问题就成为离散数学课程教学改革的当务之急。

2. 课程发展趋势

从目前发展趋势看,离散数学课程的要求大致分为以下两类:

第一类:以计算机研究型本科(及以上)为主,其理论要求高,内容多,课程学时数为 70~100。此类型学生占目前的少数。

第二类:以计算机应用型本科(及以下)为主,其理论要求不高,重在计算机科学与技术中的应用,课程学时数为 30~50。此类型学生占目前的大多数。据不完全统计,此类就读人数占整个课程就读人数七成以上。

3. 目前教材市场现状

从目前离散数学教材市场现状看,占多数的是第一类教材,第二类教材偏少。因此,编写第二类应用型离散数学教材已成为当务之急。

4. 第二类课程目标与要求

为编写此类应用型离散数学教材,必须明确课程目标与要求,根据长期调查研究,我们认为,此类教材应该有如下特点:

(1) 培养抽象思维与计算思维能力。

(2) 为学生所学后续课程(如数据结构、数据库、人工智能、编译原理、软件工程、数据通信、数字逻辑电路)提供知识支撑,也为他们进一步的理论需求(如论文撰写、应用研究)提供基础。

(3) 培养学生离散建模能力,为其以后在工作中,将离散数学应用于本专业的研究与开发中提供相应能力。

5. 教材编写原则

根据课程目标与要求,在教材的具体编写中,坚持以下几项原则:

(1) 少而精原则

在内容选材上坚持少而精,选取具有代表性的核心内容,通过精讲精练达到举一反三的效果。还要注重所选知识的关联性与一致性,使所选的整体内容是完整的、一致的,从而达到一种新的知识平衡。

教材篇幅适合 30~50 学时的教学需要。

随着科学技术迅速发展,目前的教科书越写越厚。本教材反其道而行之,崇尚“少而精”原则,使学生能在最少时间内掌握离散数学最基本的、必需的知识。

(2) 深入浅出原则

教材是面向学生的,为使学生接受数学抽象思维与离散思维,培养其相应能力,在教材中须对离散数学的基本概念与性质做详细的讲解,从具体例子出发以达到抽象的目的。在了解数学的抽象表示的同时,更要注重其形式语义,使学生能掌握离散数学的精髓并能灵活应用。

(3) 学以致用原则

离散数学是计算机专业的核心课程,与学习高等数学有着本质上的不同。学习离散数学必须与计算机相结合,为计算机应用服务,而应用的主要内容是包括离散建模在内的一些内容,通过对这些内容的学习,使学生能将离散数学作为工具,解决日常工作上的实际问题。

6. 教材内容组成

(1) 基本内容

离散数学内容虽然很多,但根据多年积累,还是以传统四门学科为核心,即集合论(包括关系)、代数系统、图论、数理逻辑。其原因如下:

①从学科观点看,这四门学科相互关联,构成逻辑上的整体。其中集合论是它们的共同研究基础,关系是它们的共同研究内容,代数系统、图论、数理逻辑则反映了对关系研究的不同特色。代数系统是以运算规律研究作为其特色;图论是以抽象结构规律研究作为其特色;数理逻辑是以推理规律研究作为其特色。这三种研究特色较为全面地反映了离散数学研究概貌。

②从目标与要求看,这四门学科能满足一般的离散建模要求,它们也能为后续课程提供支撑,同时,也能较好地培养离散思维与抽象思维能力。

(2) 内容的组织

本教材共有七章:绪言、集合论基础、关系、代数系统、图论、数理逻辑、离散建模等。其重点为集合论基础与数理逻辑两章。书中标有“*”的章节不是必需的,可供参考、选择之用。

本书由徐洁磐任主编,宋毅、王嘉鹏、宋艳艳、蒋东玉任副主编。其中第1~4章及第6、7章由徐洁磐编写,第5章由宋毅、王嘉鹏、宋艳艳、蒋东玉编写,最后由徐洁磐统一定稿。宋毅整理了本书的课件等教学资料,需要的读者可以到 <http://www.51eds.com> 网站进行下载。在本书出版之际,感谢天津师范大学张桂芸教授为审阅本书所做出的辛勤工作,同时感谢南京大学计算机科学与技术系及计算机软件新技术国家重点实验室的费翔林教授、徐永森教授、朱怀宏副教授、柏文阳副教授为本书所提供的支持。

由于编者水平有限,书中不足在所难免,恳请读者不吝赐教。

编 者
2015 年 4 月

第 1 章 绪言	1
第 2 章 集合论基础	5
2.1 集合的基本概念	6
2.1.1 集合介绍	6
2.1.2 集合的表示方法	7
2.1.3 集合概念间的关系	8
2.1.4 集合的基本性质	10
2.2 集合运算	11
2.2.1 集合基本运算	11
2.2.2 集合运算的 21 个定律	12
* 2.2.3 集合运算定律的证明	13
2.2.4 集合运算的应用	16
2.3 集合的扩充运算	17
2.3.1 集合的扩充运算之一——集合差运算与对称差运算	17
2.3.2 集合扩充运算之二——幂运算	18
2.3.3 集合扩充运算之三——笛卡儿乘	19
2.3.4 集合扩充运算之四——无序偶笛卡儿乘	21
2.3.5 集合运算扩充之五—— n 元有序组与 n 阶笛卡儿乘	21
* 2.4 有限集与无限集	22
小结	23
习题	24
第 3 章 关系	27
3.1 关系的基本概念	27
3.1.1 关系介绍	27
3.1.2 关系的表示	29
* 3.2 关系性质	31

3.3 关系运算	32
3.3.1 关系的并、交、补运算	32
3.3.2 关系的复合运算与逆运算	33
3.3.3 关系上的闭包运算	36
* 3.4 两种常用的关系	39
3.4.1 次序关系	39
3.4.2 等价关系	45
3.5 函数	48
3.6 n 元关系与多元函数	50
小结	51
习题	52
第4章 代数系统	55
4.1 代数系统基本概论	56
4.1.1 代数系统介绍	56
4.1.2 代数运算中的常见性质	58
4.1.3 代数系统的同态与同构	61
4.1.4 代数系统的分类	67
4.2 群论	68
4.2.1 群及其性质	69
* 4.2.2 群同态与变换群	70
4.2.3 有限群	73
* 4.2.4 置换群	73
4.2.5 循环群	75
4.2.6 子群	77
4.3 布尔代数	79
4.3.1 格介绍	79
4.3.2 布尔代数介绍	80
4.3.3 布尔函数	82
4.3.4 布尔代数应用	83
小结	83
习题	85
第5章 图论	88
5.1 图论的基本概念	88

5.1.1	图的定义	88
5.1.2	结点的度	90
5.1.3	完全图和补图	92
5.1.4	子图与图的同构	93
5.2	通路、回路与连通图	94
5.2.1	通路	94
5.2.2	图的连通性	95
5.3	图的矩阵表示	96
5.3.1	无向图的关联矩阵	96
5.3.2	无环有向图的关联矩阵	97
5.3.3	有向图的邻接矩阵	97
5.3.4	无向图的邻接矩阵	98
5.3.5	有向图的可达矩阵	99
5.3.6	无向图的可达矩阵	100
5.4	树	101
5.4.1	树的概念	101
5.4.2	生成树及其应用	102
5.4.3	根树及其应用	105
小结		108
习题		109
第6章	数理逻辑	113
6.1	命题逻辑	114
6.1.1	命题	114
6.1.2	命题联结词	115
6.1.3	命题公式	120
6.1.4	命题公式的真值表与重言式	121
6.1.5	命题逻辑的等式推理	123
6.1.6	命题逻辑的蕴涵推理	127
6.2	谓词逻辑	131
6.2.1	谓词逻辑的三个基本概念——个体、谓词与量词	131
6.2.2	谓词逻辑中的个体变元补充概念——自由变元与约束变元	134
6.2.3	谓词公式	135
6.2.4	谓词逻辑的永真公式	137

6.2.5 谓词逻辑的等式推理	139
6.2.6 谓词逻辑的蕴涵推理	141
* 6.3 自动推理——消解原理介绍	144
6.3.1 范式	144
6.3.2 谓词公式的进一步规范——子句与子句集	145
6.3.3 消解原理	146
6.3.4 PROLOG 语言简介	148
小结	150
习题	152
第 7 章 离散建模	156
7.1 离散建模概念与方法	156
7.1.1 离散建模概念	156
7.1.2 离散建模方法	157
7.1.3 离散建模方法的五个步骤	159
7.2 操作系统中死锁检测的离散建模	160
7.3 数字逻辑电路的离散建模	163
7.4 智力测验——水容器问题的离散建模	168
* 7.5 电话线路故障影响分析中的离散建模	171
小结	175
习题	176
参考文献	178

第1章 绪 言

本章主要介绍离散数学的基本概貌,包括它的特征、内容、组成以及与计算机、信息技术的关系等内容,其目的是使读者对离散数学有一个全面的了解。

1. 离散数学及其特征

离散数学是数学的一大门类,以离散量作为研究对象,如自然数、整数、字母表、代码表、符号串及真假值等,而数学分析则以连续量为其研究对象,这两种数学在研究对象上的明显差异,构成了数学的两大门类——离散数学与连续数学。

离散数学有下面几个特征:

(1)离散性——离散数学以离散量为其研究特征,并以介绍离散量间关系为其主要内容。

(2)可计算性——可计算性表示离散数学中的公式求解可通过计算过程实现。说得通俗一点,即可通过计算机的计算实现。

(3)抽象性——离散数学具有比传统数学更高的抽象性。传统数学研究的基础对象是数值,而离散数学研究的基础对象是抽象的元素;传统数学研究的是数值间的运算关系,而离散数学研究的是抽象元素间的多种关系;传统数学中不研究推理的形式化,而离散数学中强调与研究推理的抽象性与形式化。离散数学的抽象性使它具有对实际应用更高与更广的指导意义。

2. 离散数学与计算机科学技术及信息技术

在计算机科学与技术研究中需要使用工具。一般的传统工具是数学与实验。在数学中由于计算机科学技术中的研究对象多为离散量,因此在数学中多选用离散数学作为研究工具。

在计算机的发展历史中,离散数学起着至关重要的作用,在计算机产生前,图灵机理论对冯·诺依曼计算机的出现起到了理论先导作用;布尔代数对数字逻辑电路分析与设计具有指导价值;自动机理论对编译系统开发有着理论意义;谓词逻辑推理理论对程序正

确性证明以及软件自动化理论的产生起到了奠基性的作用。此外,将代数系统、数理逻辑与关系理论相结合所开发的关系数据库开创了理论引导产品的先例。同时,离散数学在人工智能及专家系统中均起到了直接的或指导性的作用。

以上已充分证明离散数学作为一种强有力的工具在计算机科学与技术的研究、开发中起到了重要作用。离散数学已成为学习、掌握与研究计算机科学与技术的必须理论基础。

近年来,离散数学在信息技术领域的多个学科中也越来越起到重要的作用。如利用代数系统所开发的编码理论已应用于数据通信中,利用数论所开发的密码技术已广泛应用于信息安全领域中。

3. 离散数学内容组成分析

凡一切以离散量为研究对象的数学均称为离散数学。因此离散数学的内容与领域非常广泛,如目前最为流行的集合论、数理逻辑、代数系统及图论等,此外,如组合数学、数论、离散概率、有限自动机理论、图灵机理论及递归函数论等均属离散数学内容。但就学科而言则有轻重之分。

在数学及在离散数学中有很多独立的分支与学科,对它们的研究均涉及以下三个基本问题:

- 学科的研究对象;
- 学科的研究内容;
- 学科的研究方法。

而在离散数学中,集合是研究学科对象公共规律的一门数学;关系是研究学科内容一般性规则的集合论分支,而在数学及离散数学中,学科的研究方法主要有三种:运算、推理、抽象结构。其中,代数系统是以抽象运算为研究特色,数理逻辑则以推理方法为研究特色,图论是以离散对象上的二元关系抽象结构为研究特色,在计算机学科中特别有用。

因此,在离散数学中的各门分支中,集合论(包括关系)、数理逻辑,图论与代数系统无疑是最为重要的,这四门分支构成了离散数学的核心。

离散数学并不“离散”,离散数学四大核心内容之间紧密关联、相互配合,构成一个逻辑上的整体。

4. 离散数学四大核心内容的特性

离散数学课程四大核心内容各有其研究特性,主要表现为:

(1)集合论(与关系):集合论是数学的基础,也是离散数学的基础。它研究数学中学科分支的关注对象与内容的一般性规则。其中,集合研究数学中各学科分支所关注对象

的一般性规则;关系则研究数学中各学科分支所研究内容的一般性规则;而函数则是一种规范、标准的关系,它研究这种特殊关系的一般性规则。

(2)数理逻辑:数理逻辑是以形式逻辑为研究目标,以形式化推理为研究方法的一门数学。其中,谓词逻辑以个体为研究对象,以谓词为研究内容,而以谓词的形式化推理为研究方法。谓词是一种关系表示形式,因此,谓词逻辑是以研究关系的一种形式推理为主要目标。

(3)代数系统:代数系统是以抽象运算为研究内容,以满足某些运算规则所组成的系统为研究方法的一门数学。在代数系统中,运算是一种特殊的关系(它一般是一种二元函数),因此,代数系统也是一种研究特定关系的数学。

(4)图论:图论是以离散对象上的二元关系抽象结构为研究内容,以抽象世界中事物的结构为研究方法,其主要的抽象结构有:路径、树、图等。图论也是一种研究特定关系的数学,其特点是形象、直观。

5. 离散数学与计算机及信息技术

离散数学是计算机专业的核心课程,与计算机及信息技术关系紧密,其主要表现为下面两点:

(1)离散建模。离散数学是为计算机技术领域相关专业学生开设的课程,其设置的目的是作为工具用于相关领域的应用与研究,将离散数学应用于计算机及信息技术领域,构成抽象数学模型,从而可用离散数学理论研究计算机应用,这种模型称离散模型。而构成离散模型的过程称离散建模。

(2)离散模型求解。进一步,用离散数学的可计算性做离散模型求解,并得到结果。

6. 小结

离散数学由五层体系结构组成:

- (1)对象层——集合;
- (2)内容层——关系;
- (3)方法层——代数系统、图论、数理逻辑;
- (4)应用层——离散建模;
- (5)求解层——可计算性。

五层体系结构可用图 1.1 表示。此图即列出了本教材的基本框架。

本教材共 7 章:第 1 章(本章)为绪言,第 2 章为集合论基础,第 3 章为关系,第 4 章为代数系统,第 5 章为图论,第 6 章为数理逻辑,第 7 章为离散建模。

第 2~6 章分别介绍五层体系结构内容,其中:

对象层在第 2 章集合论基础中介绍。

内容层在第 3 章关系中介绍。

方法层分别在第 4 章代数系统、第 5 章图论、第 6 章数理逻辑中介绍。

应用层在第 7 章离散建模中介绍。

求解层分别在 4.1 节代数系统基本概论、5.3 节图的矩阵表示、6.3 节自动推理——消解原理介绍中介绍。

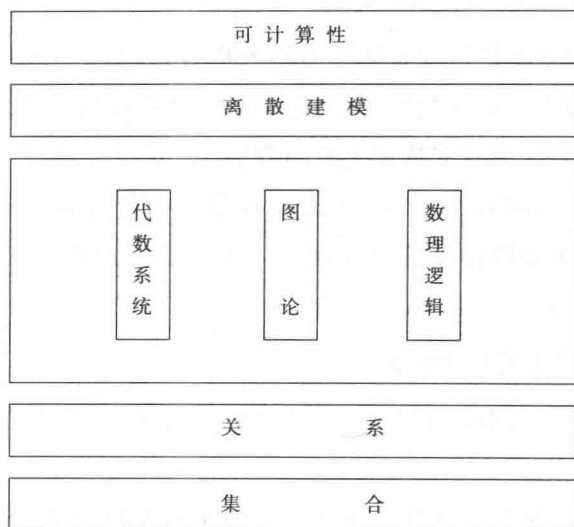


图 1.1 离散数学五层体系结构图