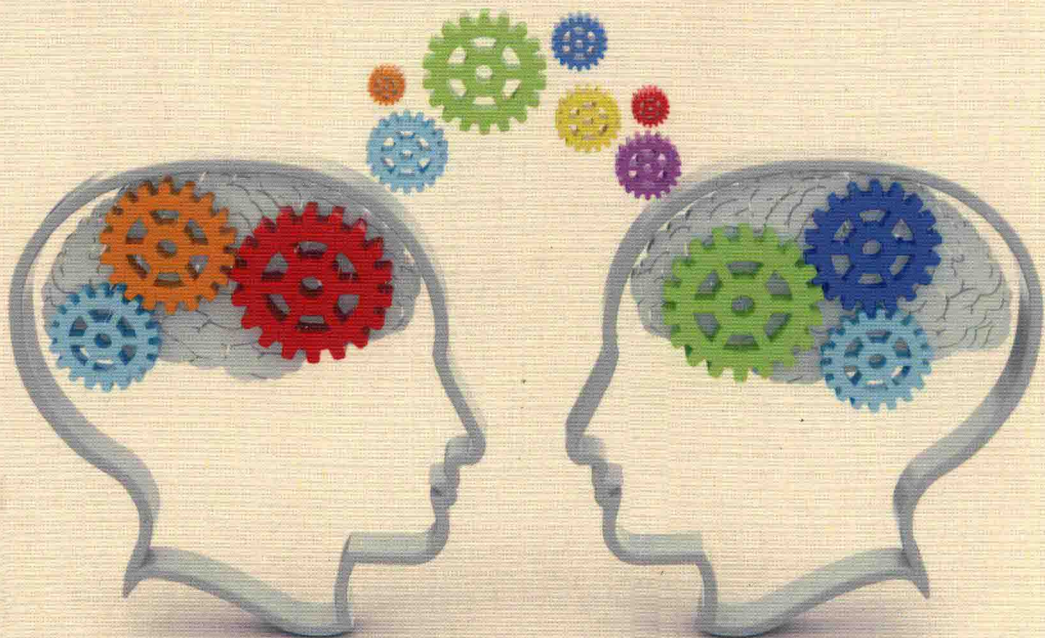


高等院校通识课教材

逻辑学简明教程

LUOJIXUE JIANMING JIAOCHENG

郭 芸 姚望舒 主编



苏州大学出版社
Soochow University Press

果教材

逻辑学简明教程

郭 芸 姚望舒 主编

苏州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

逻辑学简明教程/郭芸,姚望舒主编. —苏州:
苏州大学出版社,2016.12
高等院校通识课教材
ISBN 978-7-5672-1987-8

I. ①逻… II. ①郭… ②姚… III. ①逻辑学—高等
学校—教材 IV. ①B81

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 312542 号

逻辑学简明教程

郭芸 姚望舒 主编

责任编辑 谢金海

苏州大学出版社出版发行

(地址:苏州市十梓街1号 邮编:215006)

虎彩印艺股份有限公司印装

(地址:东莞市虎门镇北栅陈村工业区 邮编:523898)

开本 700 mm×1 000 mm 1/16 印张 16.25 字数 300 千

2016 年 12 月第 1 版 2016 年 12 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5672-1987-8 定价:29.50 元

苏州大学版图书若有印装错误,本社负责调换

苏州大学出版社营销部 电话:0512-65225020

苏州大学出版社网址 <http://www.sudapress.com>

前言

逻辑思维能力训练契合了大学生素质教育和创新型人才培养的需要。随着科技的进步和社会的发展,人才的创新能力已经成为一个国家的国际竞争力和国际地位的决定性因素。而创新是建立在正确的批判性思维的基础之上的。因此,现代教育特别是高等教育把培养和提高学生的批判性思维能力作为重要目标之一,对学生的要求由原来的对学科知识简单的认知性掌握提升为能主动、独立地进行批判性思维和创造性思维。针对这一目标,很多高校开设了逻辑通识课程。

本书以培养批判性思维能力为目标,兼顾文理科学学生的差异,充分注意内容的基础性和应用性,将传统逻辑与现代逻辑相结合,将理论性知识与实用性知识相结合,适合作为高等院校通识课教材。教材主要有以下特点:

1. 以逻辑推理与论证的技能为教学重心

为了适应培养批判性思维能力的目标,本书简化对逻辑专业知识的介绍,弱化数学公式和理论推导部分,避开不易理解的专业术语,将重心放在“逻辑推理与论证的技能”上。部分难度相对较大的知识点标上了“*”号供学有余力的学生自学。本书特别单列一章介绍论证理论、预设理论、谬误理论等非形式理论,以培养学生推理、分析、比较、综合、评估等能力。

2. 贴近日常思维实际,提高学生学习兴趣

很多学生反映,在学习逻辑时感到枯燥难懂,学过后又不知怎么运用。为此,在本书的编写过程中,我们搜集和设计了一些来自日常语言 and 实际思维活动的生动有趣的逻辑例子,通过这些例子提高学生的学习兴趣,教会学生如何利用逻辑知识解决实际问题。

3. 与能力型考试接轨

国内外各类入学、入职能力型考试,如国家公务员考试、GRE、MBA 联考等,都将批判性思维能力作为一项重要的考核内容,相关考试的逻辑题对于强化学生的思维技能训练有很大的帮助。因此,本书不仅在各个章节的习题部分加入了相关的试题,以帮助学生进行批判性思维训练,而且在每章最后增加一个批判性思维案例分析,并在最后一章中对各类能力型考试中的逻辑

题进行了分类解析.

全书由郭芸负责策划和统稿,由郭芸、姚望舒共同编写完成.郭芸编写第1—2章、第4章、第7章和第9章,姚望舒编写第3章、第5—6章和第8章.

本书的出版得到2016年苏州大学教材培育项目、江苏省教育改革课题(SG31508115)以及苏州大学教学改革课题(5731518315)的资助,也得到了苏州大学计算机科学与技术学院的大力支持.樊建席、张莉、王宜怀、刘纯平、季怡等多位老师对初稿提出了许多宝贵的意见.苏州大学出版社谢金海编辑为本书的出版付出了辛勤的劳动.在此一并致以深深的谢意!

编 者

2016.10

目 录

第一章 绪 论

第 1 节	逻辑学概述	1
第 2 节	逻辑学的发展简史	1
第 3 节	逻辑学的研究方法	5
第 4 节	学习逻辑学的意义	7

第二章 命题逻辑

第 1 节	命题的定义及其符号化	9
第 2 节	逻辑联结词	11
第 3 节	命题公式与真值表	15
第 4 节	公式的等价	17
第 5 节	其他联结词	21
*第 6 节	对偶与范式	25
第 7 节	公式的蕴含关系	38
第 8 节	推理理论	42
	批判性思维案例分析	48
	习 题	50

第三章 谓词逻辑

第 1 节	谓词逻辑概述	54
第 2 节	谓词公式	58
第 3 节	谓词演算的等价式与蕴含式	61
*第 4 节	前束范式	66

第5节 谓词演算的推理理论	68
第6节 关系推理理论	73
批判性思维案例分析	77
习 题	80
第四章 传统词项逻辑	
第1节 传统词项逻辑概述	83
第2节 词 项	83
第3节 直言命题的种类及主谓项的周延性	95
第4节 直言命题的直接推理	98
第5节 直言命题的三段论推理	103
批判性思维案例分析	118
习 题	120
第五章 模态逻辑	
第1节 模态逻辑概述	124
第2节 传统模态逻辑	129
第3节 现代模态逻辑	140
第4节 道义逻辑	144
批判性思维案例分析	153
习 题	155
第六章 归纳逻辑	
第1节 归纳推理概述	158
第2节 完全归纳推理	161
第3节 不完全归纳推理	163
第4节 类比推理	175
第5节 概率归纳推理与统计归纳推理	178
批判性思维案例分析	181
习 题	183
第七章 非形式理论	
第1节 论证理论	187
第2节 预设理论	204

第 3 节 谬误理论	207
批判性思维案例分析	212
习 题	215
第八章 逻辑思维的基本规律	
第 1 节 同一律.....	219
第 2 节 矛盾律.....	222
第 3 节 排中律.....	227
批判性思维案例分析	229
习 题	232
第九章 能力型考试逻辑题分类解析	
第 1 节 能力型考试简介	236
第 2 节 能力型考试逻辑题分类解析	237
主要参考书目	251

第一章 绪论

第 1 节

逻辑学概述

逻辑学是一门研究思维形式及其规律的科学。思维的形式结构包括概念、判断和推理之间的结构和联系,其中:概念是对认识对象本质属性的概括反映,是思维的基本单位;通过概念对认识对象是否具有某种属性加以断定的思维形式称为判断;从一个或几个判断中得出一个新判断的思维形式称为推理。思维规律包括基本规律和非基本规律。思维的基本规律是指各种思维形式都必须遵守的最起码的逻辑要求,包括保证思维同一性的同一律、保证思维无矛盾律性的矛盾律、保证思维明确性的排中律。思维的非基本规律是指适用于某种或某些思维形式中的特殊规律。

根据研究方法的不同,逻辑学可分为辩证逻辑和形式逻辑两种。前者是以辩证法认识论的世界观为基础的逻辑学,而后者主要是对思维的形式结构和规律进行研究的类似于语法的一门工具性学科。本书主要介绍形式逻辑。演绎推理的形式结构是形式逻辑的研究主体。传统的形式逻辑主要指古希腊亚里士多德创立的项逻辑,主要包括三段论、假言推理的理论等。形式逻辑的现代发展称为数理逻辑。数理逻辑是用特制符号和数学方法研究演绎推理的科学。数理逻辑的核心思想是把逻辑推理符号化,即变成像数学演算一样的逻辑演算,因此数理逻辑又称为符号逻辑。数理逻辑与数学的其他分支、计算机科学、语言学等有广泛的联系,主要包括逻辑演算、证明论、公理集合论、递归论和模型论五个部分。

第 2 节

逻辑学的发展简史

1 古代三大逻辑传统

早在公元前 5 世纪前后,古代中国、古印度和古希腊就产生了各具特色

的逻辑学说:中国的名辩、印度的因明和古希腊逻辑。这三大逻辑流派自成体系,各自取得了相当大的成就,并称为古代世界三大逻辑传统。

中国的名辩学主要指先秦诸子关于名和辩的逻辑思想和理论,也可以泛指中国古代的逻辑思想。名辩学包括名学和辩学,名学的基本内容是正名与实名关系等问题,辩学的基本内容是谈说与辩论的对象、原则和方法。名辩学带有浓厚的论辩色彩,是为了适应当时社会政治生活中有关推行学术见解和政治主张的需要而发展起来的。

印度的因明是指研究论证、推理及其依据的学说。“因明”译自梵语,“因”指原因、理由、根据,“明”指智慧和知识。从狭义上说,因明是指佛家逻辑。从广义上理解,因明是古代印度的论辩学,包含逻辑学和知识论,最初是各宗各派通用的一种论辩工具。

古希腊逻辑学是由亚里士多德在继承前人研究成果的基础上创立的。亚里士多德建立了人类历史上第一个初级的演绎推理系统。他的主要逻辑著作包括:《范畴篇》《解释篇》《前分析篇》《后分析篇》《论辩篇》和《辩谬篇》。后人把亚氏这些逻辑专著收集在一起,合称《工具论》。在这些著作中,他分别论述了有关概念、判断、推理、论证、论辩的方法以及如何驳斥诡辩等方面的问题。特别是他关于三段论的理论,至今我们仍在沿用。另外,在其哲学著作《形而上学》一书中,他还系统地论述了矛盾律、排中律,同时也涉及同一律。亚里士多德的卓越贡献奠定了传统逻辑学发展的坚实基础。继亚里士多德之后,古希腊斯多葛学派发展了演绎逻辑,对命题理论有了新的突破。斯多葛学派研究了假言命题、选言命题、联言命题以及由它们所组成的推理形式,提出了相应的推理规则,同时在推论形式的多样化、形式化方面也有进展,并对悖论做了一些研究。

由于历史的原因,中国的名辩学和印度的因明逐渐没落,只有古希腊逻辑学得到了充分而健康的发展。古希腊逻辑学发展成为西方传统形式逻辑。亚里士多德也因此被后人尊称为“西方逻辑之父”。西方传统形式逻辑以正确思维形式及其规律为对象,以有效推理的规则为核心内容,为人们提供了认识科学真理的工具。

2 西方传统形式逻辑的近代发展

17世纪,随着实验自然科学的兴起和发展,英国哲学家、逻辑学家培根(Francis Bacon, 1561—1626)系统地研究了科学归纳法问题,为作为实验科学方法论的归纳逻辑奠定了基础。他在代表作《新工具》一书中提出整理、分

析、比较等科学归纳的“三表法”，即“本质和具有表”“差异表”“程度表”或“比较表”。他还提出了确定现象因果联系的方法，初步建立了归纳推理的理论体系。培根的归纳法对近代逻辑学和科学的发展具有划时代意义，被誉为“实验哲学之父”“近代自然科学直接的或感性的缔造者”。继培根之后，科学家笛卡尔、赫舍尔、惠威尔等对科学归纳逻辑进行了深入的探讨。

19 世纪，英国哲学家、逻辑学家穆勒(John Stuart Mill, 1806—1873)，在《演绎及归纳的逻辑学体系》一书中将培根提出的探求因果联系的归纳方法系统化，提出了著名的“求因果五法”：求同法、求异法、求同求异并用法、共变法和剩余法。穆勒进一步丰富和发展了培根等人的归纳逻辑，并首次明确地将归纳引入逻辑体系。至此，由古希腊的演绎逻辑与近代的归纳逻辑构成了今天被称为传统逻辑的基本框架。

3 现代逻辑

受到西方传统形式逻辑的影响，研究有效推理的完善形式依然是现代逻辑的主流。现代逻辑主要指数理逻辑以及以数理逻辑为基础发展而来的各种非经典演算系统。对于数理逻辑发展过程的分期目前还存在不同的看法。本书采用王宪钧教授在《数理逻辑引论》第三篇“数理逻辑发展简述”中提出的分期方法。

3.1 第一阶段(初始阶段)

开始用数学方法研究和处理形式逻辑。这一时期从 17 世纪 70 年代的莱布尼茨(Gottfried Wilhelm Leibniz, 1646—1716, 德国)到 19 世纪末的布尔(George Boole, 1815—1864, 英国)、德·摩根(Augustus de Morgan, 1806—1871, 英国)、施罗德(Ernst Schröder, 1841—1902, 德国)等共延续了约两百年。主要成果包括数理逻辑思想的提出以及逻辑代数与关系逻辑的建立和发展。莱布尼茨被认为是数理逻辑的创始人，他提出的关于“表意的符号语言和思维的演算”的重要思想成为数理逻辑的主要特征。

3.2 第二阶段(奠基阶段)

在研究数学思想方法和数学基础问题的过程中奠定了理论基础，创建了特有的新方法，成长为一门新学科。主要包括四项成果：

1) 集合论的创建

在 19 世纪 70 年代, 数学家康托尔 (Georg Ferdinand Ludwig Philipp Cantor, 1845—1918, 德国) 由于数学分析理论的需要创建了集合论。

2) 公理方法的发展

在欧几里得的《几何原本》的基础上, 1899 年希尔伯特 (David Hilbert, 1862—1943, 德国) 撰写了《几何基础》, 构成了几何的形式公理系统。同时他也发展了关于公理方法的逻辑研究, 用求模型方法论证一组公理的一致性和相互独立性。

3) 逻辑演算的建立

为了解数学命题的性质和数学思维的规律, 从 19 世纪 70 年代到 20 世纪初, 弗雷格 (Friedrich Ludwig Gottlob Frege, 1848—1925, 德国)、皮亚诺 (Giuseppe Peano, 1858—1932, 意大利) 和罗素 (Bertrand Russell, 1872—1970, 英国) 建立了古典逻辑演算 (命题演算和谓词演算)。作为一个完整的逻辑体系, 逻辑演算突破了古典形式逻辑的局限性。

4) 证明论的提出及后果

20 世纪初关于无穷集合的客观性以及如何证明数学存在的问题, 数学家们产生了意见分歧, 并引起了争论。为了保全数学的科学成果, 希尔伯特于 20 年代提出了他的著名计划。希尔伯特要求, 将数学理论陈述为一形式化的公理系统, 然后根据他的“有穷观点”, 用一种不假定实无穷的能行方法来论证这种公理系统的一致性。这就是所谓的证明论。

希尔伯特计划推动了直至 30 年代末约十余年时间的集中研究。在此期间, 主要通过哥德尔 (Kurt Godel, 1906—1978, 美国) 的工作, 明确了关键性概念, 发展了数学研究方法, 正面或反面地解答了一些证明论的根本问题, 获得了丰富而重大的结果。哥德尔 1930 年发表的完全性定理说明: 形式系统可以从一阶逻辑演算得到足够的基本逻辑工具。他 1931 年提出的不完全性定理证明了包括数论在内的一致形式系统都是不完全的, 提出了形式系统的局限性。虽然该定理否定了证明论的原来的主要设想, 却加深了对公理方法的认识, 促进了一个新数学分支——递归论的发展。同时, 直观的能行性和机械计算过程这两个概念得到了精确的数学意义, 并由此和计算机科学有了密切的联系。1937 年数学家、逻辑学家图灵 (Alan Mathison Turing, 1912—1954, 英国) 建立了“图灵机理论”, 第一次为人类提出了计算机应用的理想模型, 标志着人工智能时代的到来。形式语言系统、语法、语义等重要思想也是在此期间引入的。1933 年波兰裔逻辑学家塔尔斯基 (Alfred Tarski, 1902—1983, 美国) 建立了逻辑语义学, 在其理论中, 区分了元语言和对象语言, 确立

了真谓词的逻辑原则. 总之在 20 世纪 30 年代末, 数理逻辑已经成熟, 它的理论基础已经奠定, 成为一门具有丰富内容的学科. 这段时间称为过渡时期.

3.3 第三阶段(发展阶段)

这一阶段从 20 世纪 40 年代开始至今. 本阶段数理逻辑的主要内容大致可以分为 5 个方面: 逻辑演算、证明论、公理集合论、递归论和模型论. 目前数理逻辑已经成长为数学的一个重要分支, 并与数学的其他分支以及计算机科学等有了广泛的联系, 得到了突飞猛进的发展.

值得注意的是, 虽然现代逻辑以形式化的数理逻辑为主, 但是纯粹形式化的逻辑在运用于日常语言表达、交流以及实际思维时存在一定的局限性: 它无法详尽地刻画运用自然语言所进行的推理, 尤其是实际生活中的论证, 更无法满足人们实际思维的需要. 因此, 在保证数理逻辑现有地位不变的前提下, 加强和重视对非形式化逻辑的研究已经成为现代逻辑的一种发展趋势.

第 3 节 逻辑学的研究方法

如上分析, 现代逻辑应以形式化的数理逻辑为主, 同时也鼓励和发展非形式化逻辑. 因此, 对逻辑学的研究应该以形式化方法为主, 但也离不开对非形式化方法的运用.

1 形式化方法

为了克服自然语言的歧义性, 采用形式化方法研究逻辑, 即用一套特制的符号表示概念、命题、推理, 把推理转化为公式的演算. 通过符号研究思维的各种逻辑形式之间的联系, 并且构成一个完整的系统, 以便对系统内的推理形式及其规律进行系统的研究. 形式化方法包括以下内容:

(1) 把自然语言符号化, 抽象和概括为形式语言. 形式语言由初始符号和形成规则两部分组成.

(2) 对直观意义的推理关系进行语形和语义的双重刻画.

(3) 证明对推理关系的双重刻画的重合性.

构建逻辑的形式系统, 有两种不同的形式化方法, 即公理化方法和自然

演绎方法.

1.1 公理化方法

公理化方法是从初始概念和公理出发,利用它们定义其他一切概念以及推演出其他一切定理的演绎方法,也就是运用形式化手段建立公理系统的方法.所谓公理系统是从一些公理出发,根据一定的规则,推演出一系列定理.它是由初始概念、公理、定义、推理规则和定理构成的演绎系统.

建立公理化系统的具体步骤为:首先,把一组概念作为不加定义的初始概念,而其余概念叫导出概念,它们都由初始概念通过定义引入.其次,从众多命题中选出一组作为不加证明的公理,而其余命题均称为定理,它们都通过逻辑推理规则从公理推演出来,其推理过程叫证明.

数理逻辑中的公理系统是通过形式公理化方法得到的,即不受论域限制,根据公理集的一些特定性质如一致性、完全性、独立性等选取公理,并且高度符号化、精确化.数理逻辑中的公理系统由初始符号、形成规则、公理和推演规则四部分组成.

1.2 自然演绎方法

自然演绎方法是一种强调推理规则的重要性,既可以从真前提推出真语句,也可以从假设得出推断的形式化方法.

较之于公理化方法建立的系统,自然演绎方法建立的系统有以下特点:

- (1) 没有公理.
- (2) 只有推演规则.
- (3) 系统的建立,以接近日常推理为考虑的重点.

无论是运用公理化方法还是自然演绎方法建立形式系统,都必须明确以下几个基本概念:

1) 对象语言和元语言

在研究和讨论一个形式系统时,所研究的对象是符号和语言,这种被讨论的符号和语言就叫对象语言.在我们讨论此系统时所使用的语言就叫元语言,又称语法语言.在数理逻辑研究中,对象语言是形式语言,元语言是某种自然语言.

2) 语法

用语法语言讲的关于对象语言的理论,叫作对象语言的语法理论,简称

语法.

3) 语义

形式系统中符号公式的解释、所指和意义就叫语义. 关于这种解释的理论称为语义理论, 简称语义.

2 非形式化方法

非形式化方法是指主要以自然语言表示思维的逻辑形式、逻辑规律以及逻辑方法, 并对其进行非形式研究. 20 世纪中后期, 国内外的研究者开始意识到形式逻辑在日常思维表达中的局限性, 积极探索各种非形式化逻辑. 此时, 传统逻辑中的论证理论、预设理论、谬误理论等非形式化理论重新回到了人们的视线, 成为研究的重心之一. 这些非形式化理论主要研究以自然语言为载体的日常思维活动中的证明、反驳、预设、谬误等, 需要综合运用多种逻辑知识, 主要采用非形式化方法.

第 4 节 学习逻辑学的意义

学习逻辑学, 可以帮助我们培养逻辑思维的能力, 学会正确的思维方法, 这对于探求真理、表述和论证观点、识别和纠正谬误, 都是很有帮助的. 逻辑学为正确思维、有效交际和论辩提供了工具, 也为创造发明奠定了基础. 20 世纪 70 年代, 联合国教科文组织将数学、逻辑学、天文学和天体物理学、地理科学和空间科学、物理学、化学、生命科学等七门科学并列为基础科学. 具体地, 学习逻辑学主要有以下几方面的意义.

1) 学习逻辑学, 有助于培养批判性思维能力

随着科技的进步和社会的发展, 人才的创新能力已经成为一个国家的国际竞争力和国际地位的决定性因素. 而创新是建立在正确的批判性思维的基础之上的. 人们往往将创新归功于灵感, 这种看法是不全面的. 创新是一个思维过程, 灵感只是一个起点, 只是其中的一个重要环节. 光有灵感, 不进行深入地逻辑思考, 往往得不到有用的结果. 只有以灵感为基础, 进行正确地批判性思维, 包括定义、应用、分析、比较、综合和/或评估等, 才能产生有用的新思想、新知识. 学习逻辑学, 不仅可以帮助学生获得逻辑专业知识, 更重要的是可以培养学生独立于专业知识之外的日常逻辑思维能力, 即批判性思维能力, 从而能主动、独立地进行批判性思维和创造性思维, 为科技进步和社会发

展贡献力量。

2) 学习逻辑学,有助于探求新知识

新知识的获取,可以看作一个由已知到未知的逻辑推理过程。学习逻辑学,可以帮助人们根据来源于实践并经过实践检验过的真实知识,利用逻辑规律和逻辑方法,经过正确的推理,推出新知识,这是认识世界所不可缺乏的逻辑环节,是获取正确知识的必要条件。仿生学就是一个很好的例证。例如,蛋壳虽然只有 2 mm 的厚度,但使用铁锤敲砸也很难破坏它。因为蛋壳呈拱形,跨度大,包括许多力学原理。建筑学家模仿它进行了薄壳建筑设计。这类建筑有许多优点:用料少,跨度大,坚固耐用。举世闻名的悉尼歌剧院就是用这种方法设计的。薄壳建筑设计成功在于利用了已有真知,并且进行了正确的逻辑推理。

3) 学习逻辑学,有助于准确地表达和论证思想

在当今社会国际化、全球化的大背景下,协作与交流显得越来越重要,而具备一定的逻辑学知识和较强的逻辑思维能力是有效交流的基础。在当今我国社会生活中,由于受到网络文化的影响,逻辑混乱、语言失范的现象比较常见。即便是在法律条文、传媒报道、教师授课等对正确性要求非常高的内容中,也还存在概念不明确、推理不正确、论证不科学、语言不规范的情况。学习逻辑学,可以帮助人们在表达和论证思想时,做到概念明确、判断恰当、推理合乎逻辑,有效地识别和纠正谬误。

第二章 命题逻辑

第 1 节 命题的定义及其符号化

1 命题的定义

命题是能表达判断的语句. 判断是对认识对象的情况加以断定的思维形式. 认识对象的情况主要包括: (1) 对象是否具有某种属性; (2) 对象之间是否具有某种关系. 因而命题是具有确定真值的陈述句(或反诘句). 真值有两个: “真”与“假”, 分别记作 True 和 False, 并用符号 T(或 1)和 F(或 0)表示. 因此, 判断一个语句是否为命题, 首先看它是否为陈述句(或反诘句), 其次看它的真值是否唯一. 例如,

- ① 4 是素数.
- ② 南京是江苏的省会.
- ③ e 是有理数.
- ④ 难道上海不是我国的直辖市吗?
- ⑤ 外太空有生命.
- ⑥ 明年元旦苏州是晴天.

这些都是命题. 需要说明的是, ⑤、⑥两个命题的真值是确定的, 只是人们在目前还不知道而已. 命题有真假之分, 真值为“真”的命题称为真命题, 否则称为假命题. ①、③是假命题, ②、④是真命题. ⑤、⑥是真命题还是假命题, 目前还不能断定.

值得注意的是, 以下语句不是命题:

- ⑦ π 大于 e 吗?
- ⑧ 请不要吸烟!
- ⑨ 这朵花真美丽!
- ⑩ x 大于 y .
- ⑪ $1+11=100$.