

现代 逻辑概论

● 王耀堃 朱水林
● 上海社会科学院出版社



现代逻辑概论

王耀堃 朱水林 周昌忠 周山 著

上海~~社会科学院~~出版社

(沪)新登字 302 号

责任编辑 南 浦

封面设计 闵 敏

现代逻辑概论

王耀坤等 著

上海社会科学院出版社出版

(上海淮海中路622弄7号)

新华书店上海发行所发行 上海古籍印刷厂印刷

开本850×1168 1/32 印张9 字数226,000

1992年11月第1版 1992年11月第1次印刷

印数1—1500

ISBN 7-80515-775-8/B·44

定价: 5.50 元

序

现代逻辑是亚里士多德逻辑的继承和发展。自莱布尼茨以来,逻辑学经历着巨大的变革。经过布尔、弗雷格、罗素等哲学家、数学家和逻辑学家的研究,到 20 世纪初,已为数理逻辑(现代形式逻辑)建立了稳固的基础。20 世纪 30 年代以后,现代逻辑进入了蓬勃发展时期,现在已成为一个拥有众多分支学科群体。

现代逻辑的产生,为哲学、数学、语言学以及计算机科学等等提供了更精确的逻辑工具,它对当代和未来人类文明的发展发挥着更重要的作用。

当欧美国家在建立和发展现代逻辑的时候,我国逻辑学的研究和教学还比较落后,我们应该加强现代逻辑的研究。在我国,越来越多的人认识到,逻辑学的现代发展是我国科技现代化的必要条件之一。

近年来,我国逻辑学界进一步开展了对现代逻辑的研究,并出版了一些论述现代逻辑的著作。但总的来说,数量不多。本书作者在多年研究的基础上,通力合作,撰写了《现代逻辑概论》一书,这是他们为推进我国逻辑学的现代化而作出的可贵努力。

《现代逻辑概论》一书,具有如下的一些特点:一、深浅适当,可读性强。该书注意了对一些极抽象的问题作较为通俗易懂的阐述,比较好读。二、在命题演算和谓词演算部分,对构造逻辑演算的二种形式系统(形式化公理系统和自然推理系统)都也作了介绍,便于比较,有利于理解。三、该书着重介绍了现代逻辑发展的一些新分支学科,有助于读者了解现代逻辑的新发展。四、书中还撰写了

《数理逻辑与传统逻辑》及《现代逻辑若干重要成果所涉及的哲学问题》二章,前章对数理逻辑与传统逻辑在逻辑理论与方法上的区别,作了较深入的比较分析,有助于深化对现代逻辑的理解,后章力图用辩证唯物主义观点分析现代逻辑中的一些哲学问题。这些方面的探索虽属初步的,但确是富有意义的。

推进现代逻辑研究,发展我国逻辑科学,是摆在我国逻辑学界面前的重要任务。我们期待有更多的逻辑工作者投入这方面的研究,因此我们乐于把这部著作推荐给广大读者。

徐孝通 傅季重

1992年2月

前 言

逻辑学在我国 50、60 年代曾经有过一段热烈讨论的繁荣时期,但是,讨论的问题,基本上属于传统逻辑的范畴。70 年代末期,我国出现了改革开放的新局面,逻辑界从世界上逻辑学蓬勃发展的图景中看到了我国的差距,提出了我国逻辑教学与科研现代化的问题。本书就是在实现这一目标的途中为介绍和阐述现代逻辑的概貌而献给读者的。

现代逻辑是传统逻辑在现代的发展,它以表意的形式语言和逻辑演算为其重要特征。现代逻辑的发展经历了下列过程。一、初创阶段。17 世纪德国哲学家、数学家 G·莱布尼茨最早提出了通用语言和推理演算的设想,这一设想有着划时代的意义,开辟了逻辑学发展的一个全新时期。19 世纪英国数学家 G·布尔建立了逻辑代数,它是逻辑演算的早期发展形式,第一次将莱布尼茨的设想变为现实。德摩根突破了传统形式逻辑主谓形式的局限,创建了关系逻辑。他们的工作代表着现代逻辑的初步创立。二、奠基阶段。从 19 世纪 70 年代起到 20 世纪 30 年代止。其重要成果是逻辑演算的建立。G·弗雷格在逻辑史上第一次构造了一个初步自足的命题演算和一阶谓词演算,经过 G·皮亚诺等的推进,到了罗素,在他和怀特海的《数学原理》(1910~1913)中,一个完全的命题演算和谓词演算建立起来了,从而为数理逻辑奠定了稳固的基础,数理逻辑也就进入了它的成熟时期。在这阶段,D·希尔伯特建立了初步形式化的公理系统,将公理方法推进到一个崭新的阶段。此外,还形成和建立了现代逻辑的一些新分支,如公理集合论、证明

论等。三、发展阶段。从 20 世纪 30 年代以后,现代逻辑进入它的发展时期。它一方面继续沿着逻辑的轨道发展,在两个逻辑演算的基础上发展出了一大批非经典逻辑的分支。非经典逻辑可划分为两大类,一类为扩展逻辑,它不改变原有经典逻辑的基本公理和规则,但增添某些新算子,并相应地增加一些有关的公理和规则。其中相当一部分是以哲学的某些基本概念、范畴为研究对象的哲学逻辑,如增添模态算子的模态逻辑,增添时态算子的时态逻辑。另一类为限制逻辑或异常逻辑,仍然使用经典逻辑的一些基本方法,相同或相近的词汇,但对经典逻辑的初始概念、公理和规则有某些根本性的改变或者说对经典逻辑的某些方面加以限制,如多值逻辑等。另一方面,则沿着数学方向发展,在公理集合论、证明论、模型论、递归论的基础上,取得了许多新成果。在现代演绎逻辑有了辉煌成果的同时,现代归纳逻辑在概率逻辑与统计推理等方面也有了相当的发展。现代逻辑已经发展成为拥有众多分支的学科群体,有着比传统逻辑更为丰富和深刻的内容。本书只能择其较基本的部分加以阐述。

命题逻辑和谓词逻辑是数理逻辑的基本内容,命题演算和谓词演算则分别是命题逻辑和谓词逻辑的形式化的系统。它们是现代逻辑的基本组成部分,并且是构成现代逻辑其它部分的基础,而且命题逻辑和谓词逻辑还是现代逻辑基本理论和方法的集中体现。本书中我们用了一定的篇幅加以介绍。在命题逻辑和谓词逻辑判定推理公式是否为重言式是否普遍有效的方法上,一般书上大多介绍真值表方法,本书则介绍了另外一种新的判定方法——真植树方法。

逻辑演算除了形式化公理化系统,即重言式系统外,还有另外一种形式化的系统,即自然推理系统,或称自然演绎系统。自然推理系统,是不以公理为出发点而是利用推理规则进行推演的逻辑演算,它的形式推理规则和形式推理关系比较直接而自然地反映

了演绎推理,接近于自然科学和人们日常思维中的演绎推理关系,运用起来,自然而简便得多,因而有越来越多的逻辑学家,在两种系统的选择中,倾向于利用自然推理系统。为此,本书专列了一章加以论述。在阐述有关推理规则时,注意了将它和重言式系统以及现有形式逻辑教程中已有的有关规则进行分析比较,以便于在对比中进行理解和思考。

现代逻辑新发展的一个重要标志,是一大批非经典逻辑的产生。尤其是其中一批以哲学中的某些基本概念、范畴为对象的哲学逻辑的诞生,更有重要的意义和影响。模态逻辑是非经典逻辑中最早研究和发展起来的,而且它是构成广义模态逻辑(包括时态逻辑、道义逻辑和认知逻辑)的基础。掌握模态逻辑就是掌握了广义模态逻辑的基本理论和基本方法。为此,模态逻辑构成了本书的一个内容。

为了让读者对广义模态逻辑的发展有所了解,还由于时态逻辑突破了传统逻辑撇开时间因素的局限,涉及了哲学研究中的时空范畴,同时,时态语句是自然语言的重要特点,时态逻辑的研究体现了现代逻辑逐渐向日常语言靠拢这一发展的新趋势。为此,在广义模态逻辑中,我们将时态逻辑介绍给读者。

对语言作逻辑分析是现代逻辑的一个重要特征,命题逻辑系统谓词逻辑系统以及其他逻辑系统,都是运用形式语言建立起来的。所谓逻辑分析,就是对形式语言所作的语形分析,语义分析和语用分析。在此基础上又反过来对自然语言进行逻辑分析。本书在语言逻辑一章中分别地论述了有关内容。

逻辑教学与科研的现代化是我们的目标,但是,当前我国逻辑学的教学在不少地方还是以传统逻辑内容为主,这又是我们的国情。在这种情况下,在教材中如何安排处理两部分的内容,如何实现以传统逻辑为主过渡到以现代逻辑为主的转变,都涉及两者的关系,需要从理论上加以说明。本书《数理逻辑与传统逻辑》一章,

对两个不同阶段形成的逻辑理论和逻辑体系的各自特点,其优劣利弊进行了分析比较,以期取得正确的认识,有利于推进我国逻辑教材的改革,推进我国逻辑教学与科研的现代化。

现代逻辑不仅在逻辑理论和逻辑方法上优越于传统逻辑,而且在其丰硕的成果和深刻的内容中涉及了许多哲学问题,丰富了现代哲学研究的内容。本书在《现代逻辑若干重要成果所涉及的哲学问题》一章中,就现代逻辑中涉及到的有限与无限的统一,形式与直觉的联系,真理定义以及悖论等有关哲学问题,力图以马克思主义的哲学观点为指导,进行探索性的分析,以便我们能站在哲学的高度上,以正确的哲学观点来把握现代逻辑。

现代数理逻辑采用人工语言符号,所以又叫符号逻辑。现代逻辑系统可以说都是符号系统。符号逻辑是近代、西方世界的“产品”。然而,翻开人类文明发展史,早在大约三千年前,在我国的商周之际,在东方,在中国,就有《易经》符号系统。为了进行古今中外的对比研究,以启迪思想,我们还撰写了《易经:人类最古老的符号推理系统》一文,作为本书的附录。

引进和研究现代逻辑,不仅是发展我国逻辑科学的需要,而且也是发展我国科学文化事业的需要。

逻辑学是一门工具性的学科。演绎逻辑的创始人亚里士多德的逻辑论著被称做《工具论》,归纳逻辑的奠基者培根将其著作称为《新工具论》,这不是偶然的,很可以说明逻辑学的性质。著名科学家爱因斯坦在指出“西方科学的发展以两个伟大的成就为基础”时,高度评价了上述两种逻辑在科学史上所发挥的基础科学及其工具性的作用。今天,逻辑科学无论在广度上、深度上都大大地向前发展了。由于它和哲学、数学、语言学以及一些技术科学都有着广泛的联系,更加显示它作为基础科学和工具性的重要地位和作用。现代逻辑将在更高的水平上成为研究现代自然科学、社会科学、思维科学和技术科学的有力工具。事实上,它已在许多方面显

示了作用。在数学方面,数理逻辑的发展,推动着数学基础的研究,取得了一批重要成果。在自然科学方面,多值逻辑、量子逻辑的产生为量子力学理论的研究提供了新的手段。两个逻辑演算则可以用来描述神经过程,并且提出了神经网络模型。在思维科学方面,用数理逻辑工具描述儿童的思维发展过程已取得了成效。在技术科学方面,数理逻辑是控制论、开关电路设计、计算机设计的重要基础理论。有一些科学家曾经指出:如果说上一世纪是数学分析对物理学的发展起了重大作用的话,那么,在本世纪和下一世纪,将是数理逻辑对现代数学和计算机科学产生重大的作用。哲学逻辑的诞生,更体现了现代逻辑在分析、描述与处理某些哲学概念、范畴中的作用,它为研究哲学问题提供了逻辑工具,促使哲学研究进一步深化和精确化。

还须指出的是,现代逻辑还是我们研究现代西方哲学尤其是研究分析哲学的必要条件。现代西方哲学很多是运用数理逻辑来表述哲学和分析哲学问题的。特别是半个世纪来在英美占据主导地位、在西方有着重大影响的分析哲学,它和数理逻辑更有着不解之缘。不少分析哲学家就是数理逻辑学家,如弗雷格、罗素、卡尔纳普、塔尔斯基、哥德尔等,他们对数理逻辑的发展都曾作出重大的贡献。数理逻辑的产生发展,不仅有其数学基础,而且有其哲学基础。它是在分析哲学的怀抱中孕育发展的。大多数分析哲学家在运用分析方法时,又把数理逻辑当作主要的研究手段。由此可见数理逻辑和分析哲学的密切关系了。数理逻辑及其逻辑分析技术的应用,大多具有科学价值,但逻辑实证主义者以及其他一些分析哲学家从中得出的哲学结论则有不少是错误的。我们应该根据不同情况,或吸取利用,或加以分析批判。美国著名哲学家普特南曾指出:“不懂得微积分的人不可能精通物理学,而不懂得符号逻辑的人不可能理解分析哲学。”我们的哲学研究要面向世界,要研究西方的现代哲学,掌握符号逻辑就是必不可少的了。

现代逻辑在理论上方法上都达到了新的高度,必然为哲学提供新的材料,提出新的课题。这种发展向我们提出了新的要求,需要我们用马克思主义哲学的观点去分析总结,以便从中吸取有益的养料,丰富和发展马克思主义哲学。例如,美籍波兰数学家逻辑学家塔尔斯基在语义真理论研究中,以数理逻辑为手段,从语义学角度研究了给真概念下一个实质上适当、形式上正确的定义问题。当然,对真理的研究不只是为真概念下定义的问题,但是,如能对语句在什么条件下为真,确切地加以规定,无疑也是认识真理的一个重要方面。如果我们能从马克思主义哲学观点上加以分析总结,吸取其合理的因素,自然就可以充实和丰富马克思主义哲学的真理理论。又如,美籍数理逻辑学家、哲学家 K·哥德尔的不完全性定理,在数学和逻辑发展史上,具有里程碑的意义,它在数学和逻辑的更深的层次上,涉及到有限与无限,内容与形式的关系等哲学问题。这也有待于我们去研究和总结。总之,以马克思主义的观点,对现代逻辑中丰硕成果的认识论意义方法论意义进行分析、研究、总结,将可以丰富和发展马克思主义哲学,使马克思主义哲学成为充满生命力的常青之树,成为我们在建设现代化社会主义进程中认识上行动上的强大武器。

目 录

序	徐孝通 傅季重 (I)
前 言	(1)
第一章 命题逻辑和命题演算	(1)
第一节 引言	(1)
第二节 命题逻辑	(4)
一、概述	(5)
二、真值联结词	(7)
三、重言式和有效推理	(13)
四、真值树方法	(17)
第三节 命题演算	(25)
一、概述	(25)
二、命题演算系统	(28)
三、定理的推演	(32)
四、可靠性和完备性	(37)
第二章 谓词逻辑和谓词演算	(41)
第一节 引言	(41)
第二节 谓词逻辑	(43)
一、谓词和量词	(43)
二、命题形式	(47)

三、有效推理·····	(50)
四、真值树方法·····	(55)
第三节 谓词演算·····	(65)
一、一阶语言·····	(65)
二、谓词演算系统·····	(67)
三、定理·····	(68)
第四节 解释和普遍有效性·····	(70)
一、概述·····	(70)
二、解释、赋值和满足·····	(71)
三、普遍有效性·····	(75)
四、可靠性和完备性·····	(77)

第三章 命题逻辑谓词逻辑的自然推理····· (79)

第一节 自然推理概述····· (79)

- 一、自然推理的创立····· (79)
- 二、自然推理的特点····· (81)
- 三、自然推理的准则····· (82)

第二节 命题逻辑自然推理····· (83)

- 一、推理规则····· (83)
- 二、置换规则····· (95)
- 三、应用推理规则的方法····· (96)

第三节 谓词逻辑自然推理····· (97)

- 一、谓词逻辑自然推理的特点····· (97)
- 二、推理规则····· (99)
- 三、应用推理规则的方法····· (106)

第四章 模态逻辑····· (109)

第一节 引言····· (109)

第二节 模态命题演算 T	(113)
一、模态命题演算	(113)
二、必然性和可能性	(113)
三、严格蕴涵	(114)
四、公理和变形规则	(115)
五、系统 T 的基础	(116)
第三节 定理的推演	(117)
一、T 系统的定理推演	(117)
二、系统 S_1	(129)
三、系统 S_5	(129)
第四节 可靠性和完备性	(131)
第五章 时态逻辑	(137)
第一节 时态逻辑的创立和发展	(137)
第二节 时态算子及其语义解释	(141)
第三节 时态命题及其语义解释	(142)
一、时间性语句和非时间性语句	(142)
二、时态语句和时态命题	(144)
三、时态命题的基本形式	(145)
四、时态命题的复合形式	(146)
五、时态模态命题	(149)
六、包含量词的时态命题形式	(149)
七、时态命题的语义解释	(150)
第四节 时态逻辑系统	(153)
一、时态逻辑极小系统 K_t	(154)
二、时态逻辑扩充系统	(160)
第六章 语言逻辑	(166)

第一节 逻辑指号学:形式语言逻辑	(166)
一、逻辑语形学	(167)
二、逻辑语义学	(169)
三、逻辑语用学	(173)
第二节 自然语言逻辑.....	(177)
一、自然语言的逻辑分析	(177)
二、自然语言的语形学	(179)
三、自然语言的语义学	(184)
四、自然语言的语用学	(187)
第七章 数理逻辑与传统逻辑	(190)
第一节 数理逻辑是传统逻辑的继承和发展.....	(190)
一、传统逻辑的局限	(192)
二、数理逻辑的历史进程	(194)
第二节 数理逻辑在逻辑理论与方法上的新发展.....	(196)
一、数理逻辑的基本特征	(196)
二、数理逻辑与传统逻辑在理论观点上的区别	(200)
第八章 现代逻辑若干重要成果所涉及的哲学问题	(217)
第一节 完全性定理和有限与无限的统一.....	(218)
第二节 不完全性定理和形式与直觉的联系.....	(224)
第三节 形式化语言和真理定义.....	(229)
第四节 集合论的公理化和悖论.....	(234)
附录 易经:人类最古老的符号推理系统	(242)
第一节 概述.....	(242)
第二节 卦爻:《易经》的基本符号	(245)
第三节 体系特点与基本的推理规则.....	(251)

第四节	《易经》的占卦(推理)方法·····	(257)
第五节	《易经》对传统思维方式的深远影响·····	(263)
后 记	·····	(270)

第一章 命题逻辑和命题演算

第一节 引言

现代逻辑是传统逻辑发展的最新阶段。它使用形式化的方法处理传统逻辑的研究对象。

所谓传统逻辑大体上是指亚里士多德逻辑,或者说是在它的基础上、经过中世纪的补充一直沿用至今的那种逻辑。亚里士多德是古希腊伟大的思想家。他第一个全面、系统地研究了人类的逻辑思维问题,写了大量的著作,对概念、命题、推理以及基本思维规律作了系统的研究和阐述,构成了传统逻辑的几乎所有的组成部分,成了形式逻辑的创始人。

传统逻辑用日常使用的普通语言表述,表现力丰富、直观、容易接受,并且使用也方便,由于适合于相应的生产水平。因此在相当长的历史时期中,它一直起着重要的作用。但是,随着人类社会的进步,传统逻辑日益显示了它的不足。它研究的范围只限于主谓式结构,限于三段论,这大大限制了逻辑学的发展,乃至导致某些错误;传统逻辑使用日常语言表述,尽管表现力丰富,但却有歧义,不可能精确地、定量地处理推理等问题;传统逻辑的研究方法是罗列式的逐个处理推理的有效性,它主要凭借经验,很少进行深刻的理性分析,使人不能信服它的正确性。所有这些必然导致传统逻辑所研究的问题都比较简单,显然不能适应现代科学技术提出的复