

中国人民大学硕士研究生系列教材

现代逻辑方法论

● 赵总宽 陈慕泽
杨武金 编著

中国人民大学出版社

中国人民大学硕士研究生系列教材

现代逻辑方法论

● 赵总宽 陈慕泽
杨武金 编著

中国人民大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

现代逻辑方法论/赵总宽等编著.
北京:中国人民大学出版社,1998

ISBN 7-300-02738-5/B·467

I. 现…

Ⅰ. 赵…

Ⅱ. 逻辑-方法论

N. B81-03

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 16542 号

中国人民大学硕士研究生系列教材

现代逻辑方法论

赵总宽 陈慕泽 杨武金 编著

出版发行:中国人民大学出版社
(北京海淀路 157 号 邮码 100080)

经 销:新华书店

印 刷:北京市丰台丰华印刷厂

开本:850×1168 毫米 1/32 印张:12.625 插页 1

1998 年 10 月第 1 版 1998 年 10 月第 1 次印刷

字数:312 000

定价:18.00 元

(图书出现印装问题,本社负责调换)

中国人民大学研究生教材工作委员会

主 任: 林 岗

副主任: 杜厚文 周新城 秦惠民

委 员: (以姓氏笔画为序)

王 彦 王 霁 刘大椿 许征帆 吴易风

胡乃武 徐二明 高培勇 曾宪义

秘书长: 高培勇 (兼)

20861

总 序

在中国人民大学，很早就有过组织编写研究生教材的动议。但那时，研究生的课程体系尚欠规范。不仅各类课程基本上按二级学科（专业）设置，口径偏窄，同一一级学科甚或二级学科（专业）的课程，差异亦很大。而且，有些课程，也与本科阶段拉不开档次，教学内容重复。所以，编写研究生教材这项直接关系到研究生培养质量的基础性工作，只是在某些学科或专业做过尝试，并未提上整个学校的议事日程。

1996年4月召开的国务院学位委员会第十四次会议，是我国研究生教育的一个重大转折点。在那次会议上，明确提出了“以提高质量为中心”的研究生教育工作思路，并且，根据培养跨世纪的复合型人才的需要，相应调整了研究生学科专业目录。以此为契机，从1997年起，我们对硕士研究生课程体系进行了较大规模的改革：（1）适当加大课程教学在整个硕士研究生培养过程中的比重。（2）将本科、硕士、博士三个培养阶段的课程设置作为一个系统，通盘考虑，拉开档次。按照硕士研究生的培养目标设置课程，确定教学内容。（3）本着“宽口径，厚基础”的原则，拓宽硕士研究生的知识领域，在学科门类内设置所有专业通开的核心课程——学科基础课。（4）统一课程设置标准，建立一套由公共课、学科基础课、专业课和选修课等四个类别组成的规范化课程体系。

打下了较为规范化的课程体系这个基础，我们即着手组织编

写硕士研究生系列教材。所编教材的重点是：全校所有学科通开的公共课教材以及分别在各个学科门类通开的学科基础课教材。现在，呈现在读者面前的，便是我们组织编写的第一批硕士研究生教材。

编写研究生教材，本来就是一件新鲜事物。编写建立在规范化的课程体系基础上的硕士研究生公共课和学科基础课教材，难度就更大了。因此，我们迈出的这一步，既具有探索性，又具有深远的意义和影响。当然，我们深知，这一批以及今后陆续出版的硕士研究生教材，肯定存在着这样或那样的不足之处，还需在使用过程中不断充实、完善。我们也深信，只要方向明确，经过一个时期的努力，我校的研究生课程体系和教材建设将会日臻成熟。

中国人民大学研究生教材工作委员会

1998年3月22日

前 言

本书是根据中国人民大学研究生院教材建设规划编写的研究生基础课逻辑方法论的教材。为适应现代化的要求，本教材以现代逻辑方法论为选材范围，又鉴于教学时数和教学对象接触现代逻辑甚少的实际情况，教材限于介绍和探讨现代逻辑方法论的最基础部分。这里限于讨论演绎逻辑方法论、形式逻辑方法论，而基本上不讨论归纳逻辑方法论和辩证逻辑方法论。本书的表述在不失严格性的条件下，尽力使表述通俗易懂、简明扼要，使其具有自足性、可接受性、可操作性。本书是在统一编写大纲的基础上，分工撰写的。其中，赵总宽撰写第一章、第二章、第三章和第五章的第一节、第五节；陈慕泽撰写第五章的第二节、第三节和第四节；杨武金撰写第四章。在编写过程中我们得到了校、系教材编写委员会的指导与支持，谨致谢意。在本书的出版过程中，编辑同志付出了辛勤劳动，出版社领导给予了大力支持，在此表示感谢。

编写现代逻辑方法论教材，对于作者来说尚属首次，缺点和不足在所难免，企望得到专家和读者的批评指正。

作 者

1997. 12

目 录

第一章 绪 论	(1)
第一节 现代逻辑概述	(1)
一、逻辑学的研究对象、性质和作用.....	(1)
二、现代逻辑的基本特征和分类.....	(5)
第二节 现代逻辑方法概述	(10)
—— 逻辑语法学与语义学方法	
一、现代逻辑方法论的研究对象和性质	(10)
二、现代逻辑的研究方法和表达方法	(10)
三、现代逻辑的应用方法	(22)
思考题	(25)
阅读书目	(25)
 第二章 经典命题逻辑	(28)
第一节 复合命题的逻辑分析与表达方法	(28)
一、命题 复合命题	(28)
二、命题形式 复合命题形式	(29)
三、复合命题的逻辑形式与其逻辑表达式	(29)
第二节 真值函项 真值类型 永真式	(30)
一、真值形式 真值联结词 真值函项	(30)
二、常用真值函项 真值条件 真值表	(30)
三、真值函项总数 真值类型 永真式	(31)

四、真值函项的可定义性 联结词完全集与其独立性	(34)
第三节 真值类型的判定方法	(39)
一、判定方法的定义	(39)
二、真值表方法	(39)
三、真值树方法	(44)
四、范式方法	(48)
五、命题逻辑推理有效式的判定方法	(61)
第四节 命题逻辑语义推理方法	(65)
一、命题逻辑与推理规则	(65)
二、分离规则	(65)
三、代入规则	(66)
四、置换规则	(66)
五、德·摩根规则	(66)
第五节 形式公理化方法与 P 系统	(67)
一、 P 的形式语言 L_0	(67)
二、 P 的公理模式	(67)
三、 P 的推理规则 [分离规则]	(68)
四、 P 内形式定理和形式证明方法	(68)
五、 P 内导出规则及其应用方法	(72)
六、形式演绎、演绎定理及其证明方法	(76)
七、 P 内缩写式定理及其导出规则证明方法	(84)
八、等值置换定理及其规则 等值式定理	(89)
九、 P 的语义解释 真值赋值	(92)
十、 P 的元定理及其证明方法	(94)
第六节 自然推理方法 P_N 系统	(96)
一、 P_N 的形式语言 L_0	(97)
二、 P_N 的推理规则	(97)

三、 P_N 的结构规则	(97)
四、 P_N 中推演、证明和定理的定义	(98)
五、 P_N 中定理及其证明方法	(98)
六、 P_N 与 P 的等价定理及其证明方法	(100)
练习题	(103)
阅读书目	(108)

第三章 经典谓词逻辑

第一节 简单命题的逻辑分析与表达方法	(110)
一、简单命题与其逻辑分析方法	(110)
二、简单命题形式与其复合式的逻辑表达方法	(113)
三、一阶逻辑对于 A 、 E 、 I 、 O 的逻辑分析与 逻辑表达方法	(115)
四、一阶逻辑对于高阶谓词的逻辑表达方法	(118)
第二节 一阶语言 L_1 的语法与语义	(120)
一、一阶语言的定义	(120)
二、 L_1 的语法	(120)
三、 L_1 的语义	(123)
第三节 谓词逻辑语义推理方法	(127)
一、与语义推理相关的基本概念	(127)
二、自由变项代入方法	(128)
三、约束变项易名方法	(132)
第四节 判定问题 表列方法 赋值方法	(134)
一、谓词逻辑的判定问题	(134)
二、表列方法	(135)
三、赋值方法	(139)
四、关于判定问题与赋值方法的基本定理	(141)
第五节 形式公理化方法 F 系统	(144)

一、 F 的形式语言 L_1	(144)
二、 F 的公理模式	(144)
三、 F 的推理规则	(145)
四、 F 的内定理等相关基本概念的定义	(145)
五、 F 命题和任意命题推演定理	(146)
六、 F 量化公式推演定理	(148)
七、 F 的内定理及其证明方法	(148)
八、 F 的元定理及其证明方法	(151)
第六节 自然推理方法 F_N 系统	(153)
一、 F_N 的形式语言 L_1	(154)
二、 F_N 的推理规则	(154)
三、 F_N 的结构规则	(154)
四、 F_N 中推演、证明和定理的定义	(155)
五、 F_N 内定理及其证明方法	(156)
六、 F_N 与 F 的等价定理及其证明方法	(159)
第七节 演绎定理 限制推演	(161)
一、限制推演相关概念的定义	(161)
二、谓词逻辑的演绎定理及其证明方法	(163)
第八节 带等词的谓词演算 F' 系统 数量量词	
摹状词	(168)
一、带等词的谓词演算 F' 系统	(168)
二、数量公式和数量量词的一阶逻辑表达方法	(174)
三、摹状词的定义、结构及其一阶逻辑表达方 法	(178)
四、含摹状词命题的真值和意义的解释方法	(180)
第九节 一阶理论 谓词逻辑应用系统建构方法	(187)
一、一阶理论相关基本概念	(188)
二、一阶数学理论 加法一阶理论系统 $\mathfrak{A}$	(191)

三、一阶哲学理论 《科学的唯物主义》本体 论系统.....	(196)
练习题.....	(203)
阅读书目.....	(208)
第四章 哲学逻辑	(209)
第一节 逻辑 哲学 哲学逻辑.....	(209)
第二节 模态命题与模态推理.....	(213)
一、基本模态命题及其符号化.....	(213)
二、复合模态命题及其符号化.....	(214)
三、叠置模态命题及其符号化.....	(215)
四、模态命题形式的特点.....	(215)
五、基本模态命题之间的真假对当关系.....	(215)
六、基本模态命题推理.....	(216)
七、复合模态命题推理.....	(219)
八、叠置模态命题推理.....	(221)
第三节 模态逻辑语法学.....	(221)
一、正规模态逻辑系统概观.....	(222)
二、 T 系统的定理及其证明.....	(226)
三、模态逻辑语法学方法.....	(234)
第四节 模态逻辑语义学.....	(242)
一、模态词的特征.....	(242)
二、模态词的解释与模型.....	(243)
三、真值条件和有效性.....	(245)
四、解释图.....	(250)
五、模态命题逻辑的判定方法.....	(252)
第五节 模态逻辑的元理论.....	(261)
一、一致性.....	(262)

二、完全性.....	(264)
三、可判定性.....	(267)
第六节 道义命题与道义推理.....	(267)
一、基本道义命题及其符号化.....	(267)
二、复合道义命题及其符号化.....	(270)
三、基本道义命题推理.....	(270)
四、复合道义命题推理.....	(274)
第七节 道义逻辑语法学.....	(276)
一、朴素绝对道义逻辑系统.....	(277)
二、真值绝对道义逻辑系统.....	(282)
三、相对道义逻辑系统.....	(285)
第八节 道义逻辑语义学.....	(286)
一、模型.....	(286)
二、真值条件.....	(287)
三、可满足性和有效性.....	(288)
四、道义逻辑系统的语义一致性和语义完全性.....	(290)
练习题.....	(292)
阅读书目.....	(296)

第五章 逻辑哲学.....	(297)
第一节 研究对象、方法和意义.....	(297)
一、逻辑哲学的研究对象.....	(297)
二、逻辑哲学的研究方法和意义.....	(312)
第二节 悖论.....	(314)
一、什么是悖论.....	(314)
二、悖论的类型.....	(316)
三、解决悖论的努力.....	(324)
第三节 形式化方法.....	(329)

一、公理化和形式化·····	(329)
二、形式化的基本概念·····	(333)
三、形式化的方法论意义·····	(336)
四、希尔伯特纲领和哥德尔不完全性定理·····	(338)
第四节 有穷和无穷·····	(342)
一、潜无穷和实无穷·····	(342)
二、有穷、无穷和超穷·····	(349)
第五节 类的逻辑哲学论·····	(354)
一、类的定义与构成原则和基本特征·····	(354)
二、类间关系与类的运算·····	(357)
三、类的种类与关系的定义和论域·····	(361)
四、关系的性质与种类·····	(364)
五、类与逻辑常项和非逻辑常项·····	(367)
六、类与命题函项和真值函项·····	(370)
七、类与演绎、归纳和类比推理·····	(371)
八、类与逻辑真理、矛盾和悖论·····	(372)
九、类与逻辑、数学和哲学方法·····	(377)
思考题·····	(385)
阅读书目·····	(387)

第一章 绪 论

第一节 现代逻辑概述

一、逻辑学的研究对象、性质和作用

逻辑学是研究思想形式结构及其规律的科学。逻辑学的主要研究对象是有效推理形式和有效证明形式。

思想是概念、命题、推理、证明和理论系统的统称。哲学、科学和日常生活中的思想，都是由其思想内容的一般要素和特殊要素组成的。所谓思想形式结构是指思想内容的一般要素及其联系方式。思想形式结构是逻辑学的专门研究对象，称为逻辑形式。逻辑形式由逻辑常项和逻辑变项组成。逻辑常项包括命题联结词、量词和模态词等。逻辑常项的固有性质是确定有效推理规则的依据。逻辑变项包括命题变项、个体变项和谓词变项等。逻辑变项可代入对象的集合，即逻辑变项的适用领域。逻辑形式通常用特定的符号语言表达。逻辑形式的语言表达形式称为逻辑表达式。在形式语言中，可用来表达各种逻辑形式的符号和符号串分别称为项和合式公式，简称公式。例如：

- (1) 如果金属受热，那么其体积膨胀。
- (2) 如果滥伐森林，那么会破坏生态平衡。
- (3) 如果两个角为对顶角，那么二者相等。
- (4) 所有精神现象都是第二性的。

(5) 有些水生动物是哺乳动物。

(6) 中国经济可能高速持续发展。

这些命题的逻辑形式可用形式语言表达如下：

(a) $p \rightarrow q$

(b) $\forall x (S(x) \rightarrow P(x))$

(c) $\exists x (F(x) \wedge G(x))$

(d) $\Diamond p$

其中，(a) 为命题 (1)、(2) 和 (3) 具有的逻辑形式的公式，称为蕴涵式。它是一种复合命题的逻辑形式的表达式。 $\rightarrow$ 表示命题联结词“如果，那么”； p 和 q 为命题变项符号，二者分别表示 (1) 至 (3) 的前件和后件的逻辑形式。(b) 为命题 (4) 的逻辑形式的公式，称为全称量化式。 x 为个体变项符号； $S()$ 和 $P()$ 为谓词符号； $\forall$ 为全称量词符号； $\rightarrow$ 为形式蕴涵词符号。该公式所表达的逻辑形式为，对于所有 x 来说，如果 x 具有 S 性质，那么 x 具有 P 性质。(c) 为命题 (5) 的逻辑形式的公式，称为存在量化式。 x 为个体变项符号； $F()$ 和 $G()$ 为谓词符号； $\wedge$ 为合取联结词符号； $\exists$ 为存在量词符号。该公式所表达的逻辑形式为，存在 x ， x 具有 F 性质并且 x 具有 G 性质。(d) 为命题 (6) 的逻辑形式的公式，称为可能模态公式。 $\Diamond$ 为可能模态词符号； p 为命题变项符号。该公式所表达的逻辑形式为可能 p 。

逻辑规律是指由思想形式的特定结构决定的可用一定方法确定的真理。它包括命题逻辑中的永真式和谓词逻辑中的普遍有效式等。传统逻辑发现了同一律、排中律和矛盾律等若干逻辑规律。现代逻辑发现了无穷多逻辑规律，进而建构出许多逻辑规律的形式公理化系统和自然推理系统，从而可以由一条或几条称为公理的逻辑规律出发，应用一条或几条有效推理规则，可推出无穷多条称为定理的逻辑规律。例如：

(1) $\vdash A \rightarrow A$

- (2) $\vdash A \vee \neg A$
- (3) $\vdash \neg (A \wedge \neg A)$
- (4) $\vdash A \rightarrow (B \rightarrow A)$ (A1)
- (5) $\vdash (A \rightarrow (B \rightarrow C)) \rightarrow ((A \rightarrow B) \rightarrow (A \rightarrow C))$ (A2)
- (6) $\vdash (\neg A \rightarrow \neg B) \rightarrow ((\neg A \rightarrow B) \rightarrow A)$ (A3)
- (7) $\vdash \forall x A(x) \rightarrow A(t)$, t 对 A 中 x 自由。 (A4)
- (8) $\vdash \forall x (A \rightarrow B) \rightarrow (A \rightarrow \forall x B)$, x 不在 A 中自由出现。 (A5)

它们均为逻辑规律。(1)至(6)均为永真式。(7)和(8)为普遍有效式。(4)至(6)和(4)至(8)分别为命题演算 P 系统的公理和谓词演算 Q 系统的公理。(1)至(3)为 P 系统和 Q 系统无穷多条定理中的三条定理。

由已知命题得出某一命题称为推理。推理中的已知命题称为推理的前提；推理中得出的命题称为推理的结论。二者简称为前提和结论。如果前提真，那么结论必然真的推理，称为有效推理。有效推理的形式结构，称为有效推理形式。在现代逻辑中，有效推理形式称为推理规则。例如，分离规则、代入规则、置换规则、全称概括规则等等。它们是具有有效推理的模式，又是从已知的逻辑规律，得出新的逻辑规律的工具。例如：

(1) 从 $\vdash A$ 和 $\vdash A \rightarrow B$ ，可推出 $\vdash B$ 。

(2) 从 $\vdash A$ ，可推出 $\vdash \forall x A$ 。

其中，(1)称为分离规则；(2)称为全称概括规则。应用(1)，可从前述公理(A1)至(A3)得出全部经典命题逻辑的规律。应用(1)和(2)，可从前述公理(A1)至(A5)得出全部经典谓词逻辑的规律。

依据已知的真命题和有效推理规则，确定某个命题为真命题，称为逻辑证明，简称证明。在证明中，已知为真的命题称为证明的论据；被确定为真的命题称为证明的论题。能保证如果论据真，