

SYMBOLIC LOGIC

符号逻辑

[美] I. M. 科庇 著

北京大学出版社

封面设计：常燕生

ISBN7-301-00321-8/B·032

定价 5.35元

符号逻辑

[美] I.M. 科庇 著

宋文坚 宋文淦 等译

北京大学出版社

Irving M. Copi
SYMBOLIC LOGIC

Macmillan Publishing Co. Inc. NEW YORK

Collier Macmillan Publishers LONDON

1979

符 号 逻 辑

[美] I. M. 科庇著

宋文坚、宋文淦等译

责任编辑 李昭时

*

北京大学出版社出版

(北京大学校内)

北京市通县建新印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

150×1168毫米 32开 印张 16.375 字数 420千字

1988年 9月第一版 1988年 9月第一次印刷

书号 ISBN 7-301-00311-8/B-032

定价 5.35元

译者前言

I. M. 科庇现任美国夏威夷大学教授，过去曾在美国伊利诺斯大学、密支根大学、普林斯顿大学执教多年。他是美国现代有影响的逻辑学者之一。有《逻辑导论》（1953年初版，1982年第六版）、《逻辑类型论》（1971年版）、《逻辑文献选读》（1964年、1972年版）、《逻辑理论文献新选》（1967年）等著作。本书《符号逻辑》初版于1964年，1965、1967、1973年曾连续再版，此译本是根据纽约麦克米伦出版有限公司和伦敦科利尔·麦克米伦出版公司1979年第五版译出的。

本书为美国现今流行的一本大学现代逻辑教科书，影响颇大。

《符号逻辑》一书对数理逻辑前期发展阶段的符号逻辑作了全面介绍。前五章对确定论证有效不有效的方法和原则的论述详尽而易懂，关系逻辑部分内容涉及的方面较广。本书对现代逻辑基本理论的重视表现在第六章对演绎系统的透辟阐述。第七章的集合论是本版新添加的一章。作者以有限的笔墨对这个广阔和高深的主题作了简明的论述。后三章介绍了命题演算和谓词演算。三个附录都有引人注意之处，特别是附录C介绍了分支类型论这个难度较大的专题。本书整个论述力图适应读者的接受程度和理解能力。例证丰富，论证严谨，有相当深度。但本书并未假定读者有多大的数学背景知识，因而它既可以作为我国大学文理科开设数理逻辑课程的重要参考读物，又适宜数理逻辑爱好者自修所用。对这些人来说，只要认真顺序研读下去，领会和掌握本书全部内容是并不困难的。这样，他们就可以为今后深入钻研现今数理逻辑其它高深课题备下良好踏实基础。我们翻译此书，还着眼于我国大学的数理逻辑工作者，这

本书对他们的工作也绝不是没有帮助的。

本书前五章是宋文坚翻译的，第六章由胡跃鼎和李荫译出，序言及七、八章宋文淦译，九、十章杨英锐译，三个附录，由胡跃鼎译出。

宋文坚对全书作了校订。

为了便于读者了解，译者增加了少量译注。

译文肯定会有不当之处，敬希读者赐教。

目 录

序 言	1
第一章 导论, 逻辑和语言	5
1.1 逻辑是什么?	5
1.2 论证的本性	6
1.3 真和有效性	8
1.4 符号逻辑	10
第二章 包含复合陈述的论证	13
2.1 简单陈述和复合陈述	13
2.2 条件陈述	23
2.3 论证的形式和真值表	28
2.4 陈述形式	37
第三章 演绎方法	43
3.1 有效性的形式证明	43
3.2 置换规则	52
3.3 证明不有效性	66
3.4 条件证明规则	68
3.5 间接证明规则	72
3.6 重言式证明	74
3.7 加强的条件证明规则	77
3.8 短真值表方法——归谬法方法	83
第四章 量化理论	86
4.1 单称命题和全称命题	86

4.2	证明的有效性: 初步的量化规则	97
4.3	证明不有效性	106
4.4	复合的一般性命题	114
4.5	量化规则	121
4.6	再论证不有效性	145
4.7	包含量词的逻辑真理	149
第五章	关系逻辑	159
5.1	符号化的关系	159
5.2	包含关系的论证	177
5.3	关系的某些性质	184
5.4	等同和定摹状词	192
5.5	谓词变项和属性的属性	203
第六章	演绎系统	211
6.1	定义和演绎	211
6.2	欧几里得几何学	213
6.3	形式演绎系统	217
6.4	形式演绎系统的特性	220
6.5	逻辑斯蒂系统	223
第七章	集合论	228
7.1	类代数	228
7.2	类代数的公理	233
7.3	策梅洛-弗伦克尔集合论 [ZF]——前六个公理 ..	236
7.4	关系与函项	247
7.5	自然数和无穷性公理	254
7.6	基数和选择公理	260
7.7	序数与替换公理和正则性公理	269
第八章	一个命题演算	284
8.1	对象语言和元语言	284

8.2	初始符号和合式公式	286
8.3	公理和形式证明	303
8.4	公理的独立性	309
8.5	演算的展开	318
8.6	演绎完全性	333
第九章	可选择的系统及记法	344
9.1	可选择的逻辑系统	344
9.2	希尔伯特-阿克曼系统	346
9.3	点作为括号的用法	367
9.4	无括号的记法	371
9.5	竖杠和箭头运算符	372
9.6	尼柯系统	374
第十章	一阶函项演算	386
10.1	新逻辑斯蒂系统 RS_1	386
10.2	RS_1 的展开	393
10.3	对偶性	401
10.4	RS_1 与“自然推理”技术	406
10.5	范式	411
10.6	RS_1 的完全性	421
10.7	带等词的 RS_1	433
10.8	包含 ZF 集合论的一阶逻辑	436
附录A	十九条规则的不完全性	439
附录B	范式及布尔展开式	444
附录C	分支类型论	452
	部分习题解答	464
	推理规则	510
	量化规则	512

序 言

本书对逻辑的总的观点和处理方法仍与先前几版相同。我们追随亚里士多德,从两个不同的观点看待逻辑:一方面,逻辑是评价推论的有效性的手段或工具;另一方面,用作工具的逻辑的原理和方法,其本身就是有趣的和需要系统研究的重要论题。这种对逻辑的双重的处理方法特别适用于现代符号逻辑。通过制定它的专门符号,逻辑已经成为进行分析和演绎的不可估量地更强有力的手段。而通过逻辑斯蒂系统的研究,符号逻辑的原理和方法都得到富有成果的探讨。

第一章到第五章提出了在确定论证的有效性或不有效性时应用的、符号逻辑的标准记法、方法和原则。在这一部分中连续地考察了一些样式较为复杂的论证:首先是这样的论证,它的有效性视简单命题的真值函项复合而定,其次是包含最简单的一类量化的论证,然后是包含较复杂类型的多重量化的论证,最后是关系论证。这里介绍了标准的真值表方法,推理规则,条件的和间接的证明形式,以及运用“自然演绎”方法的量化理论。单有一章用来发展关系逻辑,其中包括等同理论,定摹状词,高阶谓词以及谓词变项的量化。这一版增加了一百多个新习题,以帮助学生实际掌握这些材料。

过渡性的第六章论述了演绎系统(或公理系统)的理论,它是系统地研究数学和逻辑结构的标准的工具。为了能够紧接着接触到一个很简单的演绎系统,前一版的《附录B》被提到前面来作为新的第七章的前两节。为了使学生熟悉一个更复杂的强有力的和重要的公理系统,新的第七章的主要部分介绍了关于集合论的标准的策梅

洛-弗伦克尔公理系统。然后，最后三章提供了对于被应用于本书前五章中的逻辑原则的一种系统的处理。我们按照现代高度严格性的标准拟定了一种命题演算，并证明了它是一致的和完全的。接着介绍了命题演算的其它的可供选择的记法和公理基础，然后又拟定了一种一阶函项演算（或谓词演算）。后者被表明是与本书第一部分的“自然演绎”方法等价的，并且也被证明是一致的和完全的。

有三个附录：第一个用来证明第三章前两节中介绍的19个推理规则的演绎不完全性。这些材料原先作为前一版的3.4节，但是在我（以及其他使用本书的人）看来，把它们放在那儿会妨害一本教科书应有的自然的连续性。第二个附录展示了范式和布尔展开式，后者提供了对真值函项逻辑的一种代数的处理。第三个附录阐明分支的逻辑类型论是解决语义悖论的一种方法。

这个新版本中最大的变动是增添了论述集合论的新的一章。自然，在单独一章中只能对那个广阔的主题作简略的介绍。但是，从下述理由可以看出这一增添是很值得的。（1）一些曾经使用过先前的版本的人建议，在从元逻辑上展开最后三章中的命题演算和谓词演算之前，应该包括某个公理系统的例子。我认为这是一个很好的建议，并已这样来响应它，即既在7.2节中包括很简单的布尔代数公理，又在新的第七章的随后各节中包括更精致而有力的ZF公理。（2）用来在最后一章证明一阶逻辑的演绎完全性的某些推论要用到集合论的结果，因此对本书最后一章所利用的方法的公理学基础加以介绍和说明是合适的。（3）符号逻辑的至少是部分的重要性来自它在研究数学基础中的作用。集合论是这一领域的另一个基本工具，即要在基本的研究中与符号逻辑联合起来使用的、并非供选择的而是另一个同等重要的手段。（4）集合论是一门其本身有明显意义的学科，符号逻辑的记法和方法在其中得到直接的、富有成果的和重要的应用。因此对集合论的介绍，那怕是以很局限的方式，都不能不增进读者对那些记法和方法的了解。（5）集合论是这样一

域，它是学习符号逻辑的学生在掌握量化理论之后唯一准备深入钻研的。愈来愈多的符号逻辑学家——特别是在数学部门的那些人——正在集合论的专门的和高深的部分从事研究工作。(6)最后，集合论就其本身说本来就是有意思和重要的，而我希望，在这新的一章中对它的简短介绍，将为许多学生进入希尔伯特所说的“康托为我们建造的乐园”^①打开大门。

除了增加新的一章这一主要变动以及把一个附录移入该章并把先前的3.4节归为附录之外，在这个新版本中还有另外一些我希望将使本书更为有用的变动。它们包括提供一些关于符号逻辑发展的历史知识，对复合命题的支命题和真值函项支命题的更准确的刻画，对(变项)代入和(等值式的)置换的更清楚的区别，对间接证明规则的比较简单的讨论和对它与加强的条件证明原则的关系的较清楚的陈述，对基本形式的全称概括加了一个必要的限制，增加新的一节来证明其命题包含不止一个量词的论证的不有效性，并在后来(第五章中)说明为什么那个方法不能用于关系论证。最后，有助于友好的批评，文体上也有所改进。

一如既往，好些逻辑教师和学生都十分恳切地提出了改进此书的办法。我对所有的忠告都已给予认真的考虑，尽管我不能把所有建议的改动都采纳进来。为了他们的富于教益的通信，我特别感谢西佛罗里达大学的R.L.阿姆斯特朗教授，衣阿华中心学院的尤金·阿特金教授，印第安纳州立大学的沃尔特·巴斯教授，佛罗里达州立大学的罗伯特·W.比尔德教授，蒙特利尔魁北克德·麻松纽夫学院的马克·博留教授，帕里斯的理查德·博留教授，宾夕法尼亚州立切斯特学院的安东尼·贝非格留，纽约汉密尔顿学院的R.T.布莱克伍德教授。以色列巴尔衣兰大学的阿历克斯·布卢姆教授，密执安州立大学的H.G.

^① 戴维·希尔伯特的《论无穷》，见《数理哲学》，P.贝纳塞拉夫和H.普特南编，普伦蒂斯-霍尔股份有限公司，恩格尔伍德，克利夫斯，新泽西州，1964年版，第141页。

博奈特教授，南卡罗来纳查尔斯顿学院的洛林·布朗宁教授。北卡罗来纳大学的苏切特拉·德哈尔教授，苏格兰格拉斯哥大学的詹姆斯·爱德华教授，俄亥俄扬斯敦州立大学的伊阿勒·尤格恩·埃米希查教授。英国利兹大学的 P. T. 吉奇教授，北佛罗里达大学的 J. A. 古尔德教授，安大略密西沙加市的加里·利奇，俄亥俄扬斯敦州立大学 B. P. 米诺格教授，东肯塔基大学的 T. L. 兰金，纽约汉密尔顿学院的伊丽莎白·米尔·林教授，宾尼法西亚斯沃思莫尔学院的 J. M. 肖特韦尔，南卡罗来纳阿谢维尔的 R. C. 史密斯，犹他大学 B. L. 塔普斯科特，衣阿华辛普森学院的 N. L. 托马斯教授，蒙大拿大学的伯克·汤森教授，东肯塔基大学的弗兰克·威廉教授。

印第安纳大学的保罗·哈尔莫斯教授和奥伯林学院的 R. R. 斯托尔教授阅读了关于集合论的新的第七章的初稿，并提出了批评意见和很有益的建议。我尽可能地遵从他们的忠告，而任何依然存在的错误当然由我负责。这一章中的许多省略都属于我自己审填选择的问题，因为我不能希望在单独一章中包括所有在关于这个主题的典范书籍中占成百页篇幅的论题。

这个新版本还曾得益于琳达·亚历山大博士、迈克尔·拜比和雷蒙德·柯西尼博士的评论。我还要向麦克米伦出版公司的 K. J. 斯科特和 E. W. 威特劳致以衷心的感谢，感谢他们谙练的编辑劳动和切实可靠的协助。

最后，我尤其要感谢我的夫人，她在准备这个新版本中给予我莫大的帮助和鼓励。

I. M. 科庇

第一章 导论：逻辑和语言

1.1 逻辑是什么？

“逻辑是什么”？对这个问题不难找到一些回答。据查理·皮尔士说，“对逻辑所下的定义几乎接近一百个”^①。不过，皮尔士接着说道：“一般却都认为，逻辑的中心问题是把论证加以分类，使得所有那些不好的论证归于一类，好的论证归于另一类……”。

因此，学习逻辑，就是学习把正确的（好的）论证和不正确的（不好的）论证区别开的方法和原则。当然，这一定义并不意味着只有逻辑学者才能作这种区分。但是，学习逻辑却可以帮助一个人去识别正确的论证和不正确的论证，而且还可以有多种方法来识别。首先，正规地学习逻辑，是要把它当作一门艺术和一门科学来对待，学生要作所学各部分理论的作业。这里也象任何其它课业一样，实际的练习将帮助你达到熟练的程度。其次，学习逻辑，尤其是学习符号逻辑，会象学习任何其它的精确科学一样，能有助于更熟练地掌握推理。最后，学习逻辑将给予学生一定的技巧，用以检查包括他自己的论证在内的所有论证的正确性。这是一门很有价值的知识，因为**如果错误容易被发现，错误也就难于形成了。**

逻辑常常被定义为关于推理的科学。这个定义尽管也提示出了逻辑的本性，但它并不是一个十分精确的定义。推理是一种特殊的称作推论的思考类型，其中结论是从前提引申出来的。但是，作为思考活动的推理，不单是逻辑专门研究的范围，而且也是心理学家研究的主观素材的一部分。心理学家考察推理过程时看到，推理过程是由麻烦的试探和谬误所组成的一个极其复杂和非常带感情的行

^① 《逻辑》，见《哲学和心理学辞典》，詹姆士·马克·鲍德温编，麦克米伦出版有限公司，纽约，1925年。

为，它为一些突然出现的——有时是明显不相干的——洞察力的闪光所装饰起来。所有这些对心理学来说都是重要的。然而，逻辑学家们感兴趣的不是推理的实际过程，而是完成了的推理过程的正确性。逻辑学家的**问题始终是：得到的结论是从所用的或所假设的前提推出的吗？如果前提对于接受一结论提供充分的根据，如果断定前提为真保证了断定结论也是真的，那么，推理就是正确的。否则，推理就是不正确的。**逻辑学家的方法和技巧，主要就是为了使这种区别明白清楚而发展起来的。逻辑学家对一切推理都感兴趣，但却撇开它们的主观素材，仅从上述特定的观点来对待它们。

1.2 论证的本性

推理是一项活动，其中，根据一个或更多的被当作这一活动始点的命题来断定另一命题。逻辑学家不关心推理的过程，而只关心作为这一过程的始点和终点的命题以及这些命题之间的关系。

命题或者是真的或者是假的，在这一点上，它不同于问题、指令和感叹。语法学家把表达着命题、问题、指令和感叹的语言表达式分别划分为陈述句、疑问句、命令句和感叹句。这些都是人所共知的。陈述句和命题之间的区别是一个重要问题，这需要讲一讲。一个陈述句始终是语言的一部分，即它在其中被说出或被写出来的那个语言的一部分。相反，命题对于可表达命题的任何一种语言来说都不是特有的。陈述句和命题之间的另一个差别是，同一个语句在不同上下文中可以表达不同命题。（例如，“我饿了”这个语句，被不同的人说出来时，就可以成为不同的断定。）

在语句和陈述之间也有同样的差别。同一个陈述可以用不同的词来组成，同一个语句在不同的上下文中可以表达不同的陈述。“命题 (proposition)”和“陈述 (statement)”这两个术语并非完全相同的同义词，但是在逻辑学家的著作中它们常常是在同样的含义上使用的。在本书中，这两个词都要使用。在下面几章中，我们

还将使用“陈述”这个词（特别是在第二章和第三章）以及“命题”这个词（特别是在第四章和第五章）去谈论那些表达着陈述和命题的语句。在每一种场合，它们的意思是可以透过上下文弄明白的。

与每一可能的推理相应的是一个**论证**，并且是逻辑主要关心的那些论证。一个论证可以被定义为任何一组命题或陈述，其中一个应是从另一些中推出的，即从那些被认为是为这一个命题或陈述之真提供了根据的命题或陈述中推出的。“论证”这个词，就其通常的用法说，还具有旁的一些含义，但是在逻辑中它只有上述那种专门的含义。在以后的各章中，我们也将推导的意义上使用“论证”这个词去谈论表现着或表达着论证的任一语句或语句的集合。当我们这样做时，我们则是假定了，上下文足以明白确定，这些语句所提供或表明的是唯一的一些陈述或唯一的一些命题。

每一论证都有自己的结构，在分析这种结构时要经常使用“前提”和“结论”这样的术语。论证的**结论**是根据该论证的其它命题加以证实的命题。论证的**前提**则是其余那些命题，它们是为结论的被接受提供根据或理由而被断定的命题。

我们看到，“前提”和“结论”是一些相对的词项，即同一个命题在一个论证中可以是前提而在另一个论证中可以是结论。例如命题**所有人都会死**，在下面论证中是前提：

所有人都会死。

苏格拉底是人。

所以，苏格拉底会死。

而在另一论证中则是**结论**：

所有动物都会死。

所有人是动物。

所以，所有人都会死。

任何命题都可以或者是前提或者是结论，这视它们所处的上下文而定。如果它在一个论证中出现并且被假定为用作证明某一别的命题

的理由，那么它就是前提。如果一个命题出现在一个论证中，并且这个论证旨在根据别的被假定的命题来证明该命题，那么这个命题就是结论。

通常都把**演绎论证**和**归纳论证**区别开。所有的论证都要求它们的前提为它们的结论的真实性提供某种根据，但是，只有**演绎的论证**要求它的前提提供**绝对确实**的根据。“有效的”和“不有效的”这两个专门的术语就是用来替代“正确”和“不正确”以刻画演绎论证的。一个演绎论证，如果它的前提和结论之间具有这样的关系，即前提真而结论不真是绝对不可能的，那么这个演绎论证就是有效的。演绎逻辑的任务就在于揭示一个有效论证中前提和结论之间所具有的那种相互关系的本性，以及为区分有效论证和无效论证提供出一些方法。

归纳论证只要求前提为结论提供**一些根据**。对归纳论证来说，无论“有效的”以及它的反面“不有效的”这些术语都不完全适用。在归纳论证中间，各种归纳论证由于它们的前提所赋予结论的可能性或可靠性的不同程度而有所不同。归纳论证是在归纳逻辑中研究的。这样，我们在本书中将只讨论演绎论证，而“论证”这个词我们将用来专门指称演绎论证。

1.3 真和有效性

真和假是命题或陈述的特征，并且也可以说是表达着它们的那些陈述句的特征。然而，把论证表征为或真或假而不表征为有效或无效却是不恰当的。^①在论证的有效或无效以及它的前提和结论的真或假之间存在着联系，但这种联系却决不是单一的。

有些有效的论证只包含真的前提，例如：

^① 有些逻辑学家使用“有效的”这个词项去表征逻辑上真的陈述。我们在第十章10.6节中将采取这种用法。在这以前，我们只对论证使用“有效”和“无效”这两个词。