

模态逻辑

导论

〔美〕B.F. 切莱士 著
郑文辉 张宜生 译
林铭钧 校

中山大学出版社

模 态 逻 辑 导 论

〔美〕B. F. 切莱士 著

郑文辉 张宜生 译

林 铭 钧 校

中山 大学 出版 社

Ciellas, Brian F.
MODAL LOGIC: AN INTRODUCTION
Cambridge University Press 1980
根据剑桥大学出版社1980年版本译出

模态逻辑导论

[美] B. F. 切莱士 著
邢文辉 张宜生 译
林 铭 钧 校

中山大学出版社出版发行
广东省新华书店经销
中山大学印刷厂印刷

850 × 1168毫米 32开本 11.5印张 27.5万字
1989年5月第1版 1989年5月第1次印刷
印数: 1—1500册

ISBN7-306-00164-7

B·18 定价: 2.50元

中译本序言

亚里士多德最初创建形式逻辑时，模态逻辑与实然逻辑是同时讨论的。在《工具论》中，讨论前者的篇幅较后者还多（约为后者的3倍）。可是，从亚里士多德的弟子起，到中世纪以至近代逻辑学的复兴与数理逻辑的突起时，都把模态逻辑忽略了；很多人甚至于把模态逻辑叫做非经典逻辑。这实在是不够妥当的。

近代模态逻辑创自路易斯，他为了避免实质蕴涵怪论，引入了模态概念，并从而定义了严格蕴涵用以代替实质蕴涵。虽则后来有人指出，严格蕴涵本身也有其怪论，并不见得比实质蕴涵高明，但从此以后，模态逻辑复兴了，给逻辑学（尤其数理逻辑学）发展了一个新方向。

后来人们觉得，模态逻辑对命题演算给出了一个非常恰当的非真值系统。这种非真值系统正是计算机科学所找寻的、一阶逻辑以外的逻辑工具之一，因此模态逻辑便从纯粹逻辑领域而走到应用领域来了。从而模态逻辑更受到人们的注意了。

人们对模态逻辑期望是这么殷切，但是模态逻辑的入门书却不多，比较全面而又能深入浅出的更是少之又少，本书可以说是最受欢迎的一本。

本书从语义上与语法上对模态逻辑的各种基本概念详细加以论证，而且即使是对数理逻辑中各部门所公共的基本概念也不厌其烦地详细地深入浅出地作了说明，可以说是从头介绍，不必假定读者先学了经典的一阶逻辑，这尤其是难得的。内容也很广博，

DAF 70/03

对各种模态逻辑系统都详细地从头推演,且彼此比较,次序井然。可以说,本书是一本极好的模态逻辑教材。

中山大学哲学系逻辑学教研室把这本书译出了。我相信一定对我国模态逻辑的研究以及对逻辑学、对数理逻辑学、对计算机科学的研究有极大的推动而促其发展。固特谑数语以作介绍。

莫绍探

1988.2.15 于南京

前 言

本书是关于模态逻辑，即关于必然和可能的逻辑的导引。它为那些被设想已经具备一定形式逻辑知识的读者所准备，并计划作为大学高年级或即将毕业的学生的基本教科书。书中的材料可以轻松地作为全年课程讲授，经过精选，大部分材料可在一个学期讲授。

全书共有三个部分。第一部分包括两章，试图向读者介绍模态逻辑学科，并为下面各部分提供一个充分的背景。第1章是关于S5(它是最著名的模态逻辑系统之一)的相对非正式的考察。第2章——“逻辑预备”——几乎包容了理解本书其余部分所必需的所有知识。一些读者可能宁愿很快浏览这一章，然后，在读下面章节时，需要的话可以回过头来重读这一章的某些必要节段。

第二部分包括了有关标准模型和正规模态逻辑系统的四章。模型，有时称为“克里普克模型”，它们在第3章中得到解释。在第4章中，从公理的角度提出了正规系统。第5章包含完全性和可判定性的一些定理，它们与前面章节的模型理论和演绎理论的论述一起提出。作为正规系统的一个说明和例证，第6章提供了关于义务逻辑的讨论，这种逻辑是关于应尽职责的逻辑。

第三部分具有类似于前面部分的样式，但这里的主题是极小模型和经典模态逻辑。因而，第7章是关于模型(又称为“邻域”或“斯考特-蒙塔古”模型)的考察，第8章是一个有关各逻辑系统的公理考察，第9章讨论完全性和可判定性。作为例

证，在第10章，提出了条件性，以及（再一次）提出义务。

本书的一个重要特色是附在各章节后面的练习。这些练习是为了让读者加深理解前面的材料和预料以后的展开而设置的。它们是本教材不可缺少的部分。我非常希望读者能在它们出现时试图去解决它们。

在本书之末，我列出了在我写作本书时非常有用的简短文献目录。这个目录包括了一些优秀文献，其中许多书和论文将把读者引向在此不讨论的主题和结果。

我要把许多使我受益的人载录于此。首先应提到的是L·波维，几年前他曾建议我们共同编写一本模态逻辑课本——我写命题模态逻辑的有关章节，他写关于量化、同一、命名和摹状词部分。当后来明显可见命题模态逻辑的材料已十分丰富，足以单独出版时，波维谦和地鼓励我独自进行这项工作。

与此相关，我还要对R·杰弗里、D·刘易斯的建议和支持，以及他们向剑桥大学出版社推荐我的成果深表谢意，也感谢杰出的编辑J·麦诺特。

我受益于在文献目录中列出的几本著作，这对于那些已经熟悉模态逻辑学科的人来说，可能是显而易见的。我应特别提及的是莱蒙和斯考特的《模态逻辑引论》以及塞吉尔堡的《试论经典模态逻辑》。

第6章和第10章的内容，大部分来自我的论文“命令”、“条件义务”及“基本条件逻辑”，它们已在文献目录中列出。我从内心感激《理论》的编辑K·塞吉尔堡，《逻辑理论和语义分析》的编辑S·斯坦伦，《哲学逻辑杂志》的编辑R·瑟马逊以及同意使用这个材料的D·雷德尔出版公司。

S·库恩和A·麦金奈在我写作的进展过程中阅读了我的大量手稿，我对他们的批评和建议表示感谢。

多年来，K.塞吉 尔 堡一直给我以建议和鼓励。从塞吉尔堡那里，我学到了许多模态逻辑知识。在本书写作过程中，和他交谈时我获益匪浅。

在通过各种途径对本书有所贡献的其他许多人当中，我还要感谢R.本顿、P.戈尔登、D.马依奥和R.皮尔柯维茨。

最后，我长久受益于D.斯考特，是他把我引向模态逻辑，他教我如何思索这一课题，他关于这门学科的观念从根本上影响了我。

B. F. C.

1978.7 于纽约

目 录

第一部分

第1章 导言	(3)
1.1 真值和可能世界	(4)
练习	(14)
1.2 系统 S5	(18)
练习	(27)
第2章 逻辑预备	(32)
2.1 句法	(32)
练习	(41)
2.2 模型, 真值和有效性	(43)
练习	(50)
2.3 过滤	(54)
练习	(56)
2.4 模态逻辑系统	(59)
练习	(64)
2.5 可公理化性	(66)
练习	(69)
2.6 极大性和林登堡姆引理	(69)

练习.....	(76)
2.7 可靠性、完全性和典型模型.....	(77)
练习.....	(79)
2.8 可判定性和有限模型性质.....	(81)
练习.....	(83)

第二部分

第3章 模态逻辑的标准模型 (87)

3.1 标准模型.....	(88)
练习.....	(92)
3.2 模式D, T, B, 4和5.....	(99)
练习.....	(106)
3.3 模式 $G^{k,l,m,n}$	(111)
练习.....	(117)
3.4 生成模型.....	(122)
练习.....	(127)
3.5 过滤.....	(130)
练习.....	(135)
3.6 过滤续论.....	(137)
练习.....	(145)

第4章 正规模态逻辑系统 (147)

4.1 正规系统.....	(148)
练习.....	(157)
4.2 替换和对偶.....	(161)
练习.....	(168)
4.3 模式D, T, B, 4和5.....	(169)

练习.....	(180)
4.4 模态.....	(189)
练习.....	(198)
4.5 正规系统中的极大集.....	(201)
练习.....	(204)
第5章 正规系统的确定和可判定性	(206)
5.1 可靠性.....	(206)
练习.....	(210)
5.2 模态结语.....	(214)
练习.....	(215)
5.3 完全性; 基本定理.....	(217)
练习.....	(220)
5.4 确定.....	(221)
练习.....	(227)
5.5 $KG^{k,l,m,n}$	(230)
练习.....	(232)
5.6 可判定性.....	(234)
练习.....	(237)
第6章 义务逻辑.....	(238)
6.1 标准义务逻辑.....	(238)
练习.....	(240)
6.2 进一步的原则.....	(241)
练习.....	(243)
6.3 义务和时间.....	(244)
练习.....	(248)
6.4 过去时义务.....	(248)

练习	(250)
6.5 不足	(251)
练习	(253)

第三部分

第7章 模态逻辑的极小模型 (257)

7.1 极小模型	(257)
练习	(261)
7.2 模式M, C和N	(266)
练习	(271)
7.3 增广	(273)
练习	(277)
7.4 模式D, T, B, 4 和 5	(277)
练习	(279)
7.5 过滤	(282)
练习	(285)

第8章 经典模态逻辑系统 (288)

8.1 经典系统	(288)
练习	(291)
8.2 单调系统和正则系统	(291)
练习	(299)
8.3 其他模式	(304)
练习	(306)

第9章 经典系统的确定和可判定性 (308)

9.1 可靠性	(308)
---------	---------

练习·····	(310)
9.2 完全性: 基本定理·····	(313)
练习·····	(316)
9.3 确定·····	(318)
练习·····	(322)
9.4 模式 D, T, B, 4 和 5 ·····	(323)
练习·····	(325)
9.5 可判定性·····	(326)
练习·····	(327)
第10章 条件逻辑·····	(330)
10.1 条件性·····	(330)
练习·····	(333)
10.2 条件义务·····	(335)
练习·····	(338)
10.3 定义的条件义务·····	(339)
练习·····	(340)
参考文献精选·····	(342)
术语表·····	(346)
译后记·····	(353)

第一部分

分 子 一 覽

第1章 导 言

在这一章中，我们通过概述被称为S5的模态逻辑系统的某些主要特征，介绍模态逻辑这门学科。这个系统不过是我们将要研究的许多系统中的一个。因为它最简单，所以选择它作为开始。

系统S5由对必然和可能的叙述而从语义上确定。对于必然和可能的描述要追溯到哲学家莱布尼兹：一个命题是必然的，如果它在所有的可能世界中都适用；一个命题是可能的，如果它在某个可能世界中适用。这个思想就是，不同的事物在不同的可能世界中都可以是真的，但是，无论什么事物，如果它在每一个可能世界中适用，那么它就是必然的，而如果至少在一个可能世界中适用，那它就是可能的。

在1.1节中，我们借助于一个模型（必然和可能的语言的模型）的一个可能世界中的真值定义，来展开这个语义思想。这导出有效性的定义，并且，我们陈述某些有效的语句和支配有效性的原则，以及某些非有效性的例子。

有效语句的全体构成了模态逻辑S5。按照1.1节确立的原则，推演出所有有效语句是可能的。1.2节包含关于这一点的某个证据，在那里，我们把1.1节中的原则看作是公理和推理规则，把S5阐述为一个演绎系统，并且导出许多进一步的原则。

在1.1节和1.2节中，我们在语义上按照真值概念；在句法上按照演绎系统，小规模地举例说明我们对贯穿本书的模态逻辑研究的探讨。

这一章的说明是很不正式的，而且是有意这样安排的。其目

的部分是要让读者知道本书其余部分所用到的许多概念和记号，正式的讨论则推到后面各章。我们希望这样只导致偶然的冗长，而不丧失可理解性。

我们在必然和可能的语言这个语境下研究模态逻辑。这种语言的语句具有下列形式。

$$P_0, P_1, P_2, \dots$$

$$\top, \perp, \neg A, A \wedge B, A \vee B, A \rightarrow B,$$

$$A \leftrightarrow B, \Box A, \Diamond A$$

$P_n (n = 0, 1, 2, \dots)$ 这种形式的语句是原子语句。 $\top$ 是真值常元， $\perp$ 是假值常元。 $\neg, \wedge, \vee, \rightarrow$ 和 $\leftrightarrow$ 分别是否定、合取、析取、条件和双条件的记号。 $\Box$ 是必然记号， $\Diamond$ 是可能记号。

在2.1节里将给出对这种语言句法的更详细叙述，但这对本章其余部分的了解不是本质的。

1.1. 真值和可能世界

根据莱布尼兹的思想，必然就是在每一个可能世界中都是真的，而可能则是在某个可能世界中是真的。这一思想的语言表述就是： $\Box A$ 这个形式的语句——必然 A ——是真的，当且仅当 A 本身在每一个可能世界中都是真的； $\Diamond A$ 这个形式的语句——可能 A ——是真的，恰恰如果 A 在某个可能世界中是真的。

这幅图景是可能世界——包括我们生活于其中的可能世界即现实世界——的一个汇集，在这些可能世界中，这种语言的语句各各为真和为假。我们的目的是要为之构造模型，而且我们根据可能世界集的一个无穷序列

$$P_0, P_1, P_2, \dots$$