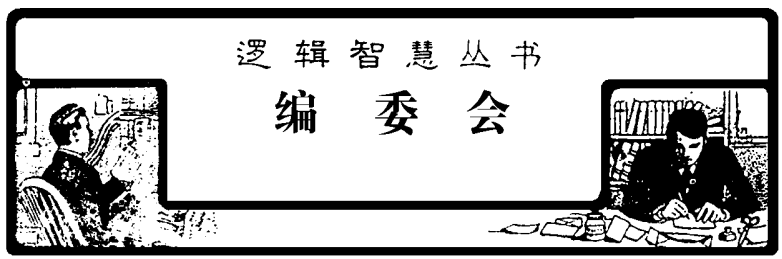
模态逻辑是逻辑学中的一个重要分支学科，是一种特殊的逻辑智慧。本书介绍了模态逻辑发展的概况以及传统模态逻辑的基本内容，区分了客观模态与主观模态、逻辑模态与非逻辑模态、从物模态与从言模态、狭义模态与广义模态，特别是详细介绍了真势模态的可能世界语义学理论、命题种类及推理有效式；同时也介绍了规范逻辑(道义逻辑)和时态逻辑以及模态命题逻辑演算的基本理论。本书的最大特点是通俗化，运用大量事例来讲解难懂的模态逻辑。

需要全本请访问 www.ertongbook.com



丛书主编：孟宪鹏

编　　委：（按姓氏笔划为序）

王震宇　卢东栋

孙中原　张　敏

丛书总序

智慧，是人类特有的象征和骄傲。人以其智慧从动物界分化出来，成为地球的主人，并创造了物质文明、精神文明，还有政治文明。所以，有些学者把人定义为：人是有智慧的动物。

人类的智慧是多种多样的，有经济智慧、政治智慧、军事智慧、宗教智慧、艺术智慧、道德智慧、哲学智慧、数学智慧、逻辑学智慧，等等。在智慧林中，有没有一种最基本、最核心的智慧呢？有，这就是逻辑学智慧。

逻辑学智慧之所以是智慧的核心，是因为智慧的基础和核心是思维。这里的思维既包括抽象思维(逻辑思维)，又包括形象思维和创造思维。只有思维能力强的人，才能孕育出新奇而高级的大智慧。我们认为，逻辑学科不仅包含抽象思维的逻辑学，如传统逻辑学、数理逻辑即现代形式逻辑、哲学逻辑和科学逻辑，而且包括研究形象思维的逻辑学，还应该包括研究创造思维的逻辑学。这是我们超级的大逻辑观，逻辑学历史的发展会证明这一点。最早的逻辑学即传统逻辑自诞生之日起，就一直被视为思维的工具，它在训练和提高思维能力方面起着不可或缺的作用。历史已经证明：一个人只有通过学习逻辑学，继承逻辑学的智慧，才能迅速提高思维能力，才能创造出新的科学知识，发明新的科学技术，创作出喜闻乐见的文学艺术作品。也只有在此基础上，才能产生经济智慧、政治智慧、军事智慧及其他智慧。

中共十六大提出全面建设小康社会的目标，要实现这一目标，就要求发展有新思路，改革有新突破，开放有新局面，各项工作有新举措，即要求理论创新与实践创新的统一。要实现创



新，就必须有创新智慧，就要掌握智慧的基础与核心——逻辑学智慧，这就是我们编写“逻辑智慧丛书”的宗旨。

这套丛书由孟宪鹏教授担任丛书主编，主持丛书编写的组织工作。每一本书的著作权，仍属于该书的作者。

逻辑学科分支众多，经过再三考虑，决定先出以下五本著作：

（1）《智慧的工具》。该书阐明普通逻辑学的智慧。普通逻辑学是对传统逻辑的继承和发展，它是其他逻辑学科的基础，可以说是逻辑学科的母学科。普通逻辑为人们提供正确思维、表述思想所必须遵守的最基本的思维形式结构、规则和方法，是人们进行抽象思维不可缺少的逻辑工具。列宁所说的任何科学都是应用逻辑，指的就是传统逻辑。我们建议读者先读这本书。

（2）《破案中的逻辑智慧》。该书阐述的是刑侦逻辑学的智慧。刑侦逻辑学是20世纪末诞生的一门新逻辑学科，它的基本内容是讲普通逻辑学在刑侦工作中的作用，所以，它属于应用逻辑学。

（3）《可能世界与智慧》。该书阐明的是狭义模态逻辑学的基本原理，重点分析它在法律中的应用。

（4）《思维与智慧》。该书讲的是创造思维逻辑学的基本知识，重点分析了形象思维、直觉思维和灵感思维的特征及在创造发明中的重要作用。

（5）《诸子百家的逻辑智慧》。该书介绍了中国春秋战国及汉晋时期著名学者的逻辑智慧。

上述五本著作虽然风格不一，各有特色，但都力求做到通俗性、趣味性和科学性相统一。

尊敬的读者，当您读了“逻辑智慧丛书”后，有什么感想、意见和要求，请同机械工业出版社经济与法律图书编辑室编辑任淑杰联系，以求我们不断改进。

孟宪鹏

2004年10月

前　言

本书以最通俗的方式介绍一种特殊的逻辑智慧——模态逻辑。

模态逻辑是逻辑学中的一个重要分支，它研究由模态词构成的命题和推理的逻辑性质、逻辑形式及其规律。“模态”是英文modal一词的音译，指事物对象或认识的必然性、偶然性和可能性等这类性质。模态在思维中的反映表现为一定的认识或观念，就是模态概念。对应于不同的模态就有不同的模态概念，例如，必然、可能、允许等。模态词就是语言中用以表示模态或模态概念的语词或符号。模态词是模态命题中的逻辑常项。含有模态词的命题是模态命题，以模态命题为前提或结论的推理，即含有模态词的推理是模态推理。模态逻辑的基本体系是模态命题逻辑和模态谓词逻辑。

模态逻辑具有悠久的历史。早在公元前约300年，古希腊“逻辑之父”亚里士多德已经对模态逻辑进行过系统的研究。他对必然性、可能性和偶然性等模态词作了深刻细致的分析，把命题区分为实然命题和模态命题，又把模态命题区分为必然性命题和可能性命题，得出12种模态命题，提出模态命题对当方阵；仿照直言三段论，提出了模态三段论，创立了逻辑史上第一个模态逻辑的理论体系。

古希腊的麦加拉学派和斯多葛学派也对模态逻辑进行过深入的研究，第奥多鲁、裴洛和克里西普斯等学者都对模态命题和模

需要全本请访问 www.ertongbook.com



态推理的研究做出了贡献。阿拉伯学者于 9 至 12 世纪对模态逻辑做过研究，形成了阿拉伯的模态逻辑。12 至 15 世纪，欧洲的一些逻辑学家研究了命题模态和事物模态以及模态三段论，取得不少成就，形成了经院的模态逻辑。

以上所讲的模态逻辑被称为传统模态逻辑，以下简述一下现代模态逻辑。

德国哲学家莱布尼茨是现代逻辑的创始人，对现代模态逻辑的创立，做出了卓越的贡献。他提出的可能世界理论，成为 20 世纪模态逻辑语义理论的基本内容。现代模态逻辑的先驱者是麦柯尔，他已经提出了许多重要的模态概念，诸如严格蕴涵等，但尚未构造模态逻辑的演算系统。现代模态逻辑的真正创始人是美国哲学家、逻辑学家刘易斯(C. I. Lewis)。他在 1912 年发表的《蕴涵和逻辑代数》中提出了不同于实质蕴涵的严格蕴涵，并构造了一系列严格蕴涵系统。1914 年他又发表了《严格蕴涵的运算》和《蕴涵的矩阵代数》两篇论文，提出了严格蕴涵的命题演算。1932 年他同兰福德合著《符号逻辑》，提出模态命题演算 S1 和 S2，后来又建立起 S3、S4、S5 系统。

现代模态逻辑研究的基本内容有以下 3 方面：

1. 语法的研究。现代模态逻辑开始于语法的研究，刘易斯对模态形式的考察及 S1～S5 的构造就是语法研究。所谓语法的研究，主要是指在符号化和公理化方法下考察有关对象的模态形式，然后建立起形式系统，系统内定理的推导与证明，系统的某些性质及系统之间的关系。

2. 模态代数语义学，又称模态代数，是对模态形式和模态系统的代数解释。在方法和理论方面，模态代数语义学对模态逻辑有重要意义。

3. 逻辑语义学，简称为语义学，包括直观语义学和严格语义学。直观语义学是对各种模态逻辑形式的直观解释。严格语义学是指由一些抽象的对象按严格方式建立起来的系统或结构。严

格语义学具有很重要的作用。一个逻辑体系，只有建立起严格的逻辑语义学，才能认为是一个合格的逻辑体系。

对于现代模态逻辑来说，直观语义学一开始就已具有，但严格语义学出现较晚，其主要原因是对模态很难下一个精确的定义，一直未找到既直观又便于逻辑上作技术处理的恰当概念。直到20世纪40年代，卡尔纳普才开始严格语义学的研究。卡尔纳普引入了莱布尼茨关于必然性的思想，给出S5的严格语义定义。从50年代起，坎格尔(S. Kanger)、欣蒂卡(Hintikka)和克里普克(A. Kripke)等逻辑学家建立起严格的语义学，即可能世界语义学。

可能世界语义学的建立具有重要意义。它不仅解决了现代模态逻辑中模态概念不清并无分析工具这一极重要的问题，而且为模态逻辑的发展提供了新的理论和方法。可能世界语义学的创立标志着现代模态逻辑已经完善。从此，现代模态逻辑大体上以语义学为中心展开研究。

模态逻辑分为狭义模态逻辑和广义模态逻辑。狭义模态逻辑是指研究含有“必然”、“可能”一类模态词的命题和推理及其规律的模态逻辑，即亚里士多德所开创的传统模态逻辑。广义模态逻辑泛指研究含有各种模态词(“必然”、“可能”只是其中的一部分)的命题和推理及其规律的模态逻辑。根据所研究的模态词不同，广义模态逻辑又区分为标准模态逻辑和非标准模态逻辑。

标准模态逻辑研究的模态词是“必然”、“可能”一类，即标准模态词。“必然”、“可能”这类模态词称为真值模态词，所以又称标准模态逻辑为真值模态逻辑。从内容上看，标准模态逻辑与狭义模态逻辑相同。非标准模态逻辑研究的模态词是除“必然”、“可能”一类之外的，它研究的模态词是非标准的。20世纪60年代以前形成的非标准模态逻辑，主要有规范逻辑(道义逻辑)、认识逻辑(知道逻辑)和时态逻辑(时间逻辑)。

《可能世界与智慧》以极其通俗的语言讲解狭义模态逻辑，同



时也涉及到一些广义模态逻辑的内容。考虑到许多读者缺乏模态逻辑的预备知识，作者尽量少用人工语言而多用自然语言，使模态逻辑尽可能通俗易懂。

本书在拟定写作大纲和撰写的过程中，曾得到孟宪鹏教授的许多帮助，特在此致谢。

王震宇

2004 年 10 月

目　录

丛书总序

前言

1. “地球必然围绕太阳旋转”与“地球上可能来过外星人”
——客观模态与主观模态 ……

2. “金属导电或不导电是必然的”与“生物体必然要进行新陈代谢”
——逻辑模态与非逻辑模态 ……

3. “物质必然运动”与“物质运动是必然的”有区别吗？
——从物模态与从言模态 ……

4. “他必然出庭作证”与“他应当出庭作证”
——狭义模态与广义模态 ……

5. “白丁香必然有香味”与“白丁香不可能没有香味”
——模态命题的种类 ……

6. 各种各样的可能世界
——模态命题的真值条件 ……

7. 这两个模态命题是什么关系？
——同素材模态简单性质命题之间的对当关系 ……

8. 从◇P 真能一定推出◇¬ P 真吗？
——模态简单性质命题对当关系推理 ……

9. 月球必然围绕太阳旋转吗？
——模态关系命题推理 ……
10. 那个动物是必然有还是可能有发达的大脑？
——模态性质三段论 ……
11. 结论最强的模态三段论（上）
——纯必然型的一格和二格及其式 ……
12. 结论最强的模态三段论（下）
——纯必然型的三格和四格及其式 ……
13. 结论最弱的模态三段论
——纯可能型的格与式 ……
14. 这两个推理结论的模态相同吗？
——混合模态三段论的格与式 ……
15. “结论从弱原则”有例外吗？
——必然实然型的格与式 ……
16. 可能实然模态三段论的结论都是可能模态吗？
——可能实然型的格与式 ……
17. 小党的推理是模态关系三段论吗？
——模态关系三段论的规则与类型 ……
18. 从“可能 p 并且可能 q”能推出“可能‘p 并且 q’”吗？
——模态联言命题及推理 ……
19. 从“必然‘p 或者 q’”能推出“必然 p 或必然 q”吗？
——模态选言命题及推理 ……
20. “如果地球全部严重污染，则人类无法生存，是必然的”荒谬吗？
——模态充分条件假言命题及推理 ……
21. 被剥夺政治权利的人必然有选举权吗？
——模态必要条件假言命题及推理 ……

22.“人不犯我，我不犯人，人若犯我，我必犯人”是模态充要条件假言命题吗？
——模态充要条件假言命题及推理 ……
23. 是红队必然获得冠军或蓝队必然获得冠军吗？
——模态复合命题等值关系及推理 ……
24. 亚里士多德-恩斯特·麻里-冯·莱特
——规范逻辑及发展概况 ……
25.“禁止酒后驾车”有真假吗？
——规范命题及其真值特征 ……
26.“必须高速行驶”、“允许高速行驶”和“禁止高速行驶”
——规范命题的种类 ……
27.“自诉案件的被告人在诉讼过程中可以不提起反诉”是不妥吗？
——同素材简单规范命题之间的对当关系 ……
28. 从“Op 不妥”能推出“O¬ p 妥当”吗？
——简单规范推理 ……
29. 东里的两个互逆规范推理都是妥当的吗？
——复合规范推理 ……
30.“过去曾建立计划经济体制”、“现在正建立完善市场经济体制”和“将来要实现完善市场经济体制”
——时态命题及其种类 ……
31.“唐山市将没有地震”与“并非唐山市将有地震”是什么关系？
——同素材简单时态命题之间的对当关系 ……
32. 为什么两个具有相同推理形式的结论却有真假之分？
——简单时态推理 ……
33. 这种形式的推理是有效式吗？
——复合时态推理 ……

需要全本请访问 www.ertongbook.com



34. 以命题为最小单位的模态形式
——模态命题演算简介 ……
参考文献 ……



1. “地球必然围绕太阳旋转”与“地球上可能来过外星人”
——客观模态与主观模态

老师：“今天我们学习模态逻辑。什么是模态逻辑呢？模态逻辑是研究含有模态词的命题、推理的逻辑特性及其规律的。要想学好模态逻辑，必须首先了解模态这个概念。所谓模态是指客观事物或主观认识的存在、运动、发展、变化、联系、情状、趋势等等的性质或状态。模态反映在人们的思维中，就表现为模态概念，即模态概念是对模态的能动反映。语言中用以表示模态概念的语词就是模态词，例如，汉语中的‘必然性’、‘偶然性’、‘可能性’，英语中的‘necessity’、‘contingency’、‘possibility’等。模态分为不同的种类。下面我写出两个含有模态词的命题：

地球必然围绕太阳旋转。 [1]

地球上可能来过外星人。 [2]

请你们区分。”

子金：“这两个命题中的模态都是客观模态。”

子墨：“这两个命题中的模态都是主观模态。”

子珠：“[1]中的模态是主观模态，[2]中的模态是客观模态。”

子玉：“[1]中的模态是客观模态，[2]中的模态是主观模态。”

老师：“子玉的回答是正确的。”

为什么老师说子玉的回答是正确的？因为“地球必然围绕太阳旋转”这个命题所表达的是地球客观运动的必然性，是地球在运动中必定遵循的规律，不以人的认识为转移；“地球上可能来过外星人”并不表示在客观事实上地球有来过外星人的可能，是否来过外星人是已确定的客观事实，它只表示人们主观上对这一事实的了解是不确定的。

可见模态有两种：一种是客观模态，一种是主观模态。

什么是客观模态呢？客观模态是指客观对象本身存在的样式、情况以及运动、发展、变化、联系的性质和趋势等，它是不以人的主观意志为转移的，同主观的认识无关系。例如：

一切事物都必然是运动、发展、变化的。
不受制约的权力必然导致腐败。
运动中必然有静止，静止中必然有运动。
真理必然战胜谬误。
新事物不可能不战胜旧事物。
有的彗星可能与地球相撞。
漫长的雨季可能会提前到来。
飞机的速度不可能超过光速。

什么是主观模态呢？主观模态是指主观认识中的确定性或不确定性。人们对客观对象是否确实有某种状态、情况、属性和趋势，有时认识得十分清楚，便用“必然”、“一定”等模态词表示认识的确定性，但有时还不十分清楚，没有确定的把握，因而只好用“可能”、“大概”等模态词来表示对事物认识的郝确定性。例如：

其他星球上可能有高级动物。



埃及金字塔可能是外星人建造的。
那个老外肯定是罗马尼亚人。
欧阳教授可能不是逻辑学博士生导师。
赵某一定是 318 大案的犯罪嫌疑人。
当今世界鲸鱼的数量可能不超过一万头。
那些鬼头鬼脑的人可能是恐怖主义分子。
火星上必然没有无产阶级专政学说。

区分客观模态和主观模态是有意义的。有些模态系统主要研究客观模态，如狭义模态逻辑；有些模态逻辑主要研究主观模态，如认识逻辑。

2.“金属导电或不导电是必然的”与“生物体必然要进行新陈代谢”——逻辑模态与非逻辑模态

老师：“我提出的‘金属导电或不导电是必然的’与‘生物体必然要进行新陈代谢’都是客观模态。现在请分析它们是属于逻辑模态还是非逻辑模态？”

燕子：“您提的这两个客观模态都是逻辑模态。”

艾子：“不对，老师说的这两个客观模态都是非逻辑模态。”

老师：“你们俩回答的都不对。‘金属导电或不导电是必然的’是逻辑模态，‘生物体必然要进行新陈代谢’是非逻辑模态。”

为什么老师说“金属导电或不导电是必然的”是逻辑模态呢？因为逻辑模态指的是逻辑上的必然性和可能性等性质，而“金属导电或不导电是必然的”指的正是逻辑上的必然性。与金属是否导电无关，仅仅通过其中的选言逻辑关系就可以断定，“金属导电或不导电是必然的”必定是真的，所以其中的必然性就是逻辑必然性。逻辑学中的一切规律和规则都是逻辑必然性，凡不与逻辑规律和逻辑规则相矛盾的都被认为是可能性，即逻辑上不矛盾的都是逻辑可能性。例如：

演绎推理的前提必然蕴涵结论。 [1]

两次否定一个命题必然得到原命题。 [2]



同素材命题 SAP 真，则 SEP 必假。 [3]
中项在三段论的前提中必须至少周延一次。 [4]
或然性推理的结论可能真也可能假。 [5]
这个三段论的结论不可能既是真又是假的。 [6]
两个特称前提不可能得出结论。 [7]
华山不可能比泰山高并且又不比泰山高。 [8]

通过上述 8 例，我们也可以这样来理解逻辑必然性，即如果否定一个具有逻辑必然性的命题，必然会导致逻辑矛盾。如果否定[1]，就会得出这样两个命题：

演绎推理的前提可能不蕴涵结论。
演绎推理的前提必然不蕴涵结论。

这两个命题都是自相矛盾的，因为这两个命题同演绎推理的逻辑定义相矛盾。

如果否定[8]，就会得出这样一个命题：

华山不可能比泰山高并且又比泰山高。

这个命题也是自相矛盾的，因为它表明华山可能比泰山又高又矮。

为什么老师说“生物体必然要进行新陈代谢”是非逻辑模态呢？因为非逻辑模态不是指逻辑上的必然性或可能性，而是指它有逻辑之外的其他领域的根据。“生物体必然要进行新陈代谢”依据的是生物学中的理论，根据的是生物学中的必然性，并不是逻辑上的必然性。

非逻辑模态又可区分为以下几种：

(1) 哲学模态。即依据哲学理论所展示出的必然性与可能

需要全本请访问 www.ertongbook.com