



西方哲学研究丛书

实践推理逻辑研究

吕进著



1. 实践推理逻辑研究
2. 吕进著
3. 中国社会科学出版社
4. 北京
5. 2012年
6. 16开
7. 300页
8. 30.00元
9. ISBN 7-101-10000-0
10. 中国社会科学出版社
11. 北京
12. 2012年
13. 16开
14. 300页
15. 30.00元
16. ISBN 7-101-10000-0

中国社会科学出版社

图书在版编目(CIP)数据

实践推理逻辑研究 / 吕进著. —北京: 中国社会科学出版社,
2016. 6

ISBN 978-7-5161-8284-0

I. ①实… II. ①吕… III. ①推理—研究 IV. ①B812.23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 116719 号

出版人 赵剑英
责任编辑 冯春风
责任校对 张爱华
责任印制 张雪娇

出版 中国社会科学出版社
社址 北京鼓楼西大街甲 158 号
邮编 100720
网址 <http://www.csspw.cn>
发行部 010-84083685
门市部 010-84029450
经销 新华书店及其他书店

印刷 北京君升印刷有限公司
装订 廊坊市广阳区广增装订厂
版次 2016 年 6 月第 1 版
印次 2016 年 6 月第 1 次印刷

开本 710 × 1000 1/16
印张 13.5
插页 2
字数 188 千字
定价 49.00 元

凡购买中国社会科学出版社图书,如有质量问题请与本社营销中心联系调换
电话:010-84083683

版权所有 侵权必究

本书为教育部项目 10YJC72040001 的研究成果

1123

序

推理是人们生活中须臾不可离开的思维形式，然而人类对推理的认识还远远不够深入。人们运用的有些推理未必恰当，未必正确。貌似简单的推理，却是复杂的思维现象，蕴含着思维的奥秘。

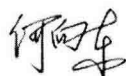
逻辑是研究推理的。从亚里士多德开始，逻辑学展示了丰富的研究成果，为我们的思维提供了合理性的典范，并广泛应用到各个学科和社会生活之中。例如，简单命题推理中的直接推理、三段论、复合命题推理、数理逻辑中的命题演算、谓词演算，等等。我们希望能够用逻辑的方式来描述、刻画我们的思维，就如莱布尼茨所希望的那样，让逻辑语言成为沟通一切的桥梁。这一思路也已经取得了丰硕的成果，人工智能的进展已经向我们昭示了它的光明前景。

但是，作为复杂的推理现象，还有很多重要的理论问题需要我们去进一步研究。作为理性生物，我们深刻地认识到我们的行为有其思想根源，但是该行为的合理化动机与目的到底如何解释，却还没有一个很好的说明。实践推理研究希望能够给出一个合理化的模型，讨论理性主体通过意向态度如何面向行动的问题。这一方面的研究在人工智能研究的背景下显得更具有重要意义，因为如果能够有效地解释现实人的行为如何由他的思想得出，那么思维的奥秘就可能被揭开。

关于实践推理，尽管在哲学、心理学等认知学科中已经成为热点，但在逻辑上还缺乏系统的研究。吕进的这本著作以模态逻辑为

基本工具，建构了一系列逻辑系统，刻画了记忆、信念和意图等实践推理要素的逻辑，给出了一个实践推理逻辑的基本框架。这本著作不仅体现了独特而重要的学术价值，也为后来者的研究提供了很好的思路和方向。但愿本书的面世能够进一步推动实践推理研究的深入。

是为序。



2016年3月于重庆缙云山

目 录

第一章 绪 论	(1)
第一节 实践推理研究概况	(2)
第二节 实践推理的逻辑基础	(5)
第二章 实践推理的结构与逻辑范例	(33)
第一节 实践推理的基本结构	(33)
第二节 实践推理逻辑的两个范例	(40)
第三章 意图的逻辑	(48)
第一节 意图的逻辑分析	(48)
第二节 时间行动逻辑 APTL	(52)
第三节 意图的逻辑	(65)
第四章 知识—意图的逻辑	(80)
第一节 知识和意图的逻辑联系	(80)
第二节 基于时间和行动规划的知识—意图逻辑 LI_{APTL}	(82)
第五章 记忆的基本逻辑	(97)
第一节 记忆的逻辑分析	(97)
第二节 记忆的基本逻辑	(109)
第三节 记忆与信念逻辑 LML	(121)
第四节 回溯时间逻辑 PPTL	(126)
第五节 记忆、信念与时间逻辑 MLL_{PPTL}	(138)
第六章 主观信念、记忆和时间逻辑 $SMLL_{PPTL}$	(146)
第一节 主观信念、记忆和时间逻辑的基本思想	(146)

第二节	主观信念与记忆的逻辑 $SMLL_{PPTL}$	(147)
第七章	实践推理中的逻辑全知问题	(163)
第一节	逻辑全知问题	(163)
第二节	广义觉知逻辑 GAL	(164)
第三节	基于广义觉知的知识一意图逻辑 $L_A I_{APTL}$	(170)
第八章	记忆、知识和意图的逻辑	(186)
结 语	(202)
参 考 文 献	(204)

第一章 绪 论

实践推理是与理论推理相对应的概念。通常认为，理论推理是由知识或信念作为前提得到知识或信念的推理，即知识或信念封闭的推理。而实践推理则是指智能主体导向行动的思维推理过程，其核心是分析各种意向性要素诸如信念、愿望、意图、记忆、偏好、期待、热爱甚至悔恨等等心理态度在影响、引起或引导智能主体的行为中所起到的作用。实践推理研究历史悠久，在亚里士多德的著作中就有专门的论述来分析讨论实践推理。随着现代人工智能研究的发展，对智能主体实践推理的研究进入到一个新的阶段。

从某种程度上说，实践推理显示了人类为了解决问题而通过思考来决定自己如何行动的能力，从而体现了人作为智慧生物的本质特征。实践推理是作为智能主体沟通外部世界的桥梁。实践推理不仅构成了主体思维的主要内容，而且引导和规范了思维活动自身。人们之所以能够相互交流、理解与合作，就在于大家都有着高度相似的实践推理思维框架^①。从这个意义上说，揭示了实践推理的奥秘也就理解了心智活动的原理。因此，哲学、逻辑学、心理学、人工智能等认知学科不约而同地将实践推理研究看作该学科的重要研究领域。

^① M. E. Bratman, *Intention, Plans, and Practical Reason* [M]. Cambridge, Harvard University Press, 1987, p. 1.

第一节 实践推理研究概况

对实践推理的分析讨论可以从实践说起。亚里士多德被认为是第一个明确地讨论了实践的哲学家。在《尼各马可伦理学》中，亚里士多德详细地讨论了实践。他认为，一切实践都以善为目的，而最高的善就是幸福。善和幸福的概念都是有多种意义的。亚里士多德将“善”分为“善的事物”与“善自身”^①，而“善的事物”也包括自身即善的事物与作为它们的手段而是善的事物^②。亚里士多德强调“我们所有的活动都只有一个目的，这个目的就是那个可实行的善”^③。而人的善就是灵魂的合德性的实现活动^④。这样善就落实到人的行动上，体现于人的活动中。

于是人的实践活动实际上涉及人的心灵与人的活动两个方面，通过“合德性”而将两者结合起来的实践活动就是在实现善。这种心灵与活动的结合需要遵从必要的原则才能够说得上合乎德性。亚里士多德认为，要“按照正确的逻各斯去做”才能够实现善^⑤。而按照亚里士多德自己的说法，实践的逻各斯其本身又是粗略的，具体行为中的逻各斯到底是什么也不能确定，因而实践本身就带有很强的不确定性。即使是一个人具有向善的目的，又采取了合适的行动，也不能保证能够实现善。这就要求作为主体的人在实现善的过程中需要进行理性的思考。

亚里士多德认为，要实现善，首先就必须知道什么样的行为才

① 亚里士多德：《尼各马可伦理学》，廖申白译注，商务印书馆 2003 年版，第 10 页。

② 同上书，第 15 页。

③ 同上书，第 17 页。

④ 同上书，第 20 页。

⑤ 同上书，第 37 页。

能够实现它；其次他还必须是经过自己的选择而自愿地那样做^①。选择的过程是一个思虑的过程，通过思考而进行选择强调一个人的行为是出于他自身的意愿。这也就说明了思虑的过程就是一个实践推理的过程。这一分析的结果就是我们可以为一个人的行为找到理由或者分析他们行动的原因。亚里士多德举例说，在船遭遇风暴时一个理性的人会自愿地抛弃他的财物，尽管他不情愿那样做。亚里士多德强调行为、理智与思维推理的联系。他说：“要想选择得好，逻各斯就要真，欲求就要正确，就要追求逻各斯所肯定的事物。这种理智和真是与实践相关联的。”^②

3

康德强调了实践与理性的联系，他认为，实践离不开理性的指导：“实践的规则任何时候都是理性的产物，因为它把行动规定为达到作为目的的效果的手段”^③。理论的理性应用单纯面向认知，而理论的实践应用则根据意志的规定而面向行动。实践理性就是理性在实践中的应用。出于实践理性的指导，道德法则才能够体现在行为中。

与亚里士多德一样，康德认为实践的目的在于获得幸福，幸福的概念到处都成为诸客体与欲求能力的实践关系的基础^④。纯粹理性为实践活动提供了德性法则作为实践的普遍法则，因而“纯粹理性就自身而言是实践的”^⑤。实践理性的自由特征使得意志可以自由地依据德行法则而行动，并根据德行法则来评价行为本身。这样的特征说明主体在思虑过程中需要进行实践推理。

心灵哲学与行动哲学的兴起推动了对实践推理的研究，而人工智能的快速发展热潮则使得实践推理研究进入到一个高

① 亚里士多德：《尼各马可伦理学》，廖申白译注，商务印书馆2003年版，第42页。

② 同上书，第168页。

③ 康德：《实践理性批判》，邓晓芒译，人民出版社2003年版，第22页。

④ 同上书，第31页。

⑤ 同上书，第41页。

峰，因为对人的智能模拟在很大程度上可以说就是对人的实践推理的模拟。

维特根斯坦立足于日常语言分析来说明分析意向性因素与行动的密切联系，他的研究使对意图的分析从布伦塔诺和胡塞尔的抽象化意义回到日常语言分析中来。安思康姆的著作《意向》（*Intention*）对意图作了多方向的分析探索，对意图与预言、意图与渴求、有意图行动与未来行动等的分析颇具启发意义。戴维森的行动哲学理论中，意图在人的实践推理中的作用和对行动的影响是其理论的核心之一。塞尔的《意向性：论心灵哲学》讨论了各个意向要素的哲学性质，也是关于实践推理的重要哲学著作。布莱特曼（Blatman）1987年出版的《意图、规划与实践推理》（*Intention, Plans, and Practical Reason*）体现了意向性理论面向人工智能研究的转变。他提出了以信念、愿望和意图三要素作为基本结构的BDI分析模型，之后以BDI结构为基础的形式化分析成为人工智能研究领域的潮流，并扩展到语言学、认知科学等研究领域。这一时期还有诸如Harman、Gilbert、McCann、David等人对实践推理和理性行为的研究所提出的有影响的成果。

对实践推理逻辑研究的一个主要推动力在于人工智能的迅猛发展带来的对各个认知学科的理论要求，特别是对逻辑基础理论研究的要求。迈耶（J.-J. Meyer）认为源于人工智能等领域的应用研究极大地推动了逻辑本身的发展。他认为模态逻辑的发展至目前经历了三次浪潮^①：第一次浪潮从1912年起至20世纪50年代，此阶段的主要研究内容是讨论模态逻辑的句法和代数性质；第二次浪潮从20世纪50—80年代，研究的主要内容转换为讨论模型理论的语义性质，辛提卡（Hintikka）的研

^① J. - J. Meyer, *Epistemic Logic* [A]. *Philosophical Logic* [C]. Lou Goble (ed.), Blackwell Publisher, 2001, pp. 183—184.

究是此次浪潮的开端；第三次浪潮从 20 世纪 80 年代以后至今，其特点是将模态逻辑研究广泛应用于计算机、语言学和人工智能等研究领域。

第二节 实践推理的逻辑基础

实践推理在逻辑上主要涉及信念逻辑、时间逻辑和行动逻辑，可以把实践推理逻辑看做是由认知逻辑研究进一步发展起来的混合逻辑。本节主要介绍基本的认知逻辑、时间逻辑和行动逻辑，作为实践推理逻辑的理论基础。

5

一 认知逻辑

通常认为经典认知逻辑是由辛提卡 (Hintikka) 的研究发展而来的。认知逻辑有很多分支，常用的经典认知逻辑主要是信念逻辑和知道逻辑（也称知识逻辑）系统。本书把知道逻辑系统看作基本认知逻辑。

(一) 基本认知逻辑的语言与语义

基本认知逻辑的语言有如下的归纳定义：

定义 1.1.1 给定一个原子命题变元集 P ，基本认知逻辑的语言归纳定义如下：

$$\varphi := p \mid \neg\varphi \mid (\varphi \rightarrow \psi) \mid L\varphi$$

其中， $p \in P$ ， $L\varphi$ 表示主体知道 φ 。可以通过定义引入命题联结词 \wedge 、 \vee 和 \equiv ，对 \wedge 、 \vee 和 \equiv 的定义与命题逻辑相同。

如果是多主体系统，通常用加下标的方式来区别说明不同的主体，例如，用 $L_i\varphi$ 表示主体 i 知道 φ 。

定义 1.1.2 基本认知逻辑的模型是一个三元组 $M = \langle S, R, V \rangle$ ，其中，

- (1) S 是一个非空的可能世界集；
- (2) R 是定义在 S 上的一个自返的、传递的和对称的二元

关系：

(3) V 是一个真值函数。

定义 1.1.3 给定一个认知模型 M 和一个可能世界 $s \in S$, φ 在 s 上为真, 称为 φ 在 s 上可满足, 记为 $(M, s) \models \varphi$, 有如下的递归定义:

(1) $(M, s) \models p$, 当且仅当 $p \in V(s)$;

(2) $(M, s) \models \neg\varphi$, 当且仅当并非 $(M, s) \models \varphi$;

(3) $(M, s) \models \varphi \rightarrow \psi$, 当且仅当或者并非 $(M, s) \models \varphi$,

或者 $(M, s) \models \psi$;

6

(4) $(M, s) \models L\varphi$, 当且仅当对于所有 $s, t \in S$ 使得 $(s, t) \in R$, $(M, t) \models \varphi$ 。

如果对于所有的 $s \in S$, 都有 $(M, s) \models \varphi$, 则称 φ 在 M 中有效, 记为 $M \models \varphi$ 。

在基本认知逻辑中, 主体的知识通常具有以下性质:

(1) 主体的知识具有理性, 用公式表达为 $\neg L(\varphi \wedge \neg\varphi)$;

(2) 主体的知识具有正自省性, 用公式表达为 $L\varphi \rightarrow LL\varphi$;

(3) 主体的知识具有负自省性, 用公式表达为 $\neg L\varphi \rightarrow L\neg L\varphi$;

(4) 主体的知识有真知性, 用公式表达为 $L\varphi \rightarrow \varphi$ 。

(1) 是说, 主体不会把互相矛盾的命题作为自己的知识; (2) 是说, 主体如果知道 φ , 那么他知道自己知道 φ ; (3) 是说, 如果主体不知道 φ , 那么他知道自己不知道 φ ; (4) 是说, 主体的知识在客观上是真的。

命题 1.1.1 以下公式是相对于基本认知逻辑的语义有效的:

(1) 所有的命题重言式;

(2) $L\varphi \wedge L(\varphi \rightarrow \psi) \rightarrow L\psi$;

(3) $\neg L(\varphi \wedge \neg\varphi)$;

(4) $L\varphi \rightarrow LL\varphi$;

(5) $\neg L\varphi \rightarrow L\neg L\varphi$;

(6) $L\varphi \rightarrow \varphi$ 。

证明：根据定义 1.1.3 易证，略。详细的证明可参见 [Halpern, Moses, 1992]^①。

(二) 基本认知逻辑的公理系统

定义 1.1.4 基本认知逻辑的公理系统由以下公理和推理规则构成：

- (1) 所有的命题重言式；
- (2) $L\varphi \wedge L(\varphi \rightarrow \psi) \rightarrow L\psi$ ；
- (3) $\neg L(\varphi \wedge \neg\varphi)$ ；
- (4) $L\varphi \rightarrow LL\varphi$ ；
- (5) $\neg L\varphi \rightarrow L\neg L\varphi$ ；
- (6) $L\varphi \rightarrow \varphi$ ；

分离规则：从 φ 和 $(\varphi \rightarrow \psi)$ ，可以得到 ψ ；

N 规则：从 φ 可以得到 $L\varphi$ 。

基本认知逻辑是有可靠性和完全性的公理系统，即有如下定理：

定理 1.1.1 基本认知逻辑的公理系统相对于其语义是可靠的和完全的，即有 $\vdash \varphi$ 当且仅当 $\vDash \varphi$ 。

证明：可参见 [Halpern, Moses, 1992]^② 等文献，略。

二 时间逻辑

时间逻辑也被称为时态逻辑。时间逻辑是哲学逻辑的主要研究领域之一，在语言逻辑和人工智能研究中有着广泛的应用前景。每一具体的时间逻辑表达了某一个具体应用领域的特殊性质。

时间逻辑的研究有着悠久的历史，至少可以追溯到古希腊的第奥多鲁斯和亚里士多德。根据日本逻辑学家杉原丈夫著作的《时

^① J. Y. Halpern, Y. Moses, *A guide to the modal logics of knowledge and belief* [J]. *Artificial Intelligence* 54, 1992, pp. 311—379.

^② *Ibid.*, pp. 311—379.

间逻辑》，第奥多鲁斯在两个方面将时间与逻辑联系起来^①：其一是对蕴涵命题真值的理解；其二是对模态命题真值的理解。对蕴涵命题的真值如何定义，第奥多鲁斯的观点颇为独特。他认为，只有当一个蕴涵命题的前件为真，后件现在不可能假，将来也不可能假时，这个蕴涵命题才是真的。第奥多鲁斯对模态命题的真值如何确定的分析也是很有意思的。他提出，过去为真的命题就是必然为真的。因此他也是将时间与必然性联系起来确定模态命题的真值，从而将时间看作是模态的基础。

于奇智在论文《主论证与二值原则的抛弃》^②中详细讨论了第奥多鲁斯疑难中时间与模态的关系。第奥多鲁斯疑难包含如下三个命题：

- A. 一切涉及过去的真命题都是必然的。
- B. 可能的事物在逻辑上不蕴涵不可能的事物。
- C. 现在不真将来也不真的事物是可能的。

其中，命题 A 表达了不可逆性，命题 B 表达了相关性，命题 C 表达了偶然性。这三个命题在真值上不相容，不过我们关心的是这里用时间来刻画必然、不可能和可能这三个相关联的模态词。亚里士多德曾经深入讨论过时间逻辑，在主论证问题上也与第奥多鲁斯有过交锋。亚里士多德在时间逻辑上最著名的是对命题“明天将会发生海战”与“明天将不会发生海战”的讨论。

普莱尔（Arther Prior）被认为是现代时间逻辑的开创者。他提出了一个基本时间逻辑系统 Kt，其他各种时间逻辑系统基本上都可以看作是在它的基础上进行的扩展。普莱尔的时间逻辑的语言是由命题逻辑的语言以及一元时态算子 P（past）和 F（future）结合

^① 杉原丈夫：《时间逻辑》，瞿麦生译，河北人民出版社 1986 年版，第 19—20 页。

^② 于奇智：《主论证与二值原则的抛弃》，《哲学研究》，2010 年第 7 期。

形成的公式组成。

在基本时间逻辑语言中，P、F、H 和 G 这 4 个时态算子的直观含义如下：

$P\varphi$ ：在过去的某个时间上 φ 是真的。

$F\varphi$ ：在将来的某个时间上 φ 是真的。

$H\varphi$ ：在过去 φ 一直是真的。

$G\varphi$ ：在将来 φ 一直是真的。

P 和 F 被称为弱时态算子 (Weak Tense Operator)，而 H 和 G 被称为强时态算子。基本的时间命题逻辑的公理系统由以下公理和推理规则构成^①：

- (1) 所有经典命题的重言式；
- (2) $G(p \rightarrow q) \rightarrow (Gp \rightarrow Gq)$ ；
- (3) $H(p \rightarrow q) \rightarrow (Hp \rightarrow Hq)$ ；
- (4) $p \rightarrow GPp$ ；
- (5) $p \rightarrow HFp$ ；
- (6) $Hp \rightarrow HHp$ ；
- (7) $Gp \rightarrow GGp$ 。

系统的推理规则是：

- (1) 代入规则。
- (2) MP 规则即分离规则：从 φ 和 $\varphi \rightarrow \psi$ ，可以得到 ψ 。
- (3) TG 规则即时态化规则：从 φ ，可以得到 $H\varphi$ ；从 φ 可以得到 $G\varphi$ 。

基本时间逻辑是一个具有可靠性和完全性的公理系统。

^① 基本时间逻辑有多个不同的公理系统，详见 M. Finger, D. M. Gabbay, and M. Reynolds, *Advanced Tense Logic* [A]. *Handbook of Philosophical Logic* [C]. Dov M. Gabbay and F. Guenther (ed.), Kluwer Academic Publishers, Volume 7, 2002, pp. 43—204. 以及 C. Stirling, *Modal and temporal logics* [A]. *Handbook of Logic in Computer Science*, volume 2, Clarendon Press, Oxford, 1992, pp. 477—563. 这里只给出其中比较简单的一种。