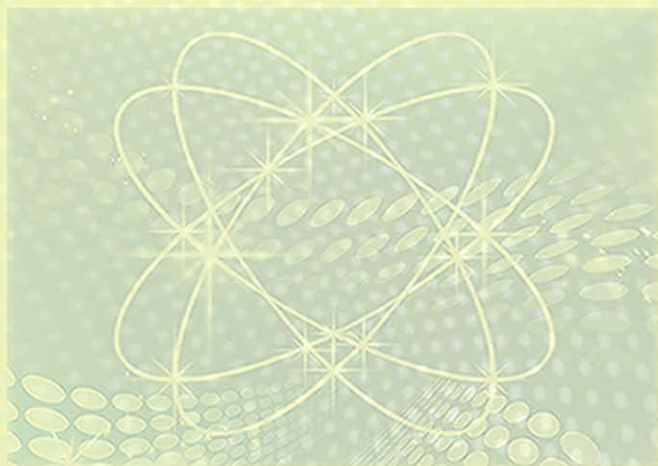


# 假设与推理 科学探究方法论

张继华 著



四川人民出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

假设与推理：科学探究方法论/张继华著. —成都：  
四川人民出版社，2016. 7

ISBN 978-7-220-09765-2

I. ①假… II. ①张… III. ①逻辑推理-研究  
IV. ①O141

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 159612 号

JIASHE YU TUILI KEXUE TANJIU FANGFALUN

## 假设与推理：科学探究方法论

张继华 著

责任编辑  
封面设计  
版式设计  
责任校对  
责任印制

罗晓椿  
解建华  
戴雨虹  
袁晓红  
许茜

出版发行  
网 址  
E-mail  
新浪微博  
微信公众号  
发行部业务电话  
防盗版举报电话  
印 刷  
成品尺寸  
印 张  
字 数  
版 次  
印 次  
书 号  
定 价

四川人民出版社 (成都槐树街 2 号)  
<http://www.scpph.com>  
[scrmcbs@sina.com](mailto:scrmcbs@sina.com)  
@四川人民出版社  
四川人民出版社  
(028) 86259624 86259453  
(028) 86259624  
四川胜翔数码印务设计有限公司  
170×240mm  
13.25  
200 千  
2016 年 8 月第 1 版  
2016 年 8 月第 1 次印刷  
ISBN 978-7-220-09765-2  
48.00 元

### ■ 版权所有·侵权必究

本书若出现印装质量问题，请与我社发行部联系调换  
电话：(028) 86259453

## 内容摘要

杜威关于科学探究模式的分析可简化为“数据—假设—结论”的过程，从数据到假设中使用的推理模式包括各种归纳推理和溯因推理，从假设到结论的检验过程使用的推理模式是演绎推理，它包括单调演绎推理和非单调演绎推理。基于对各种推理类型的重新研究，运用动态认知逻辑的观念、技术和方法，我们从信息输入和输出的角度对它们做出认知解释。

利用现代逻辑的技术和方法，我们对归纳推理类型重新进行了研究，清除了形似归纳推理、实则演绎推理的推理类型，并且从模态角度分析了真正的归纳推理的或然性。特别是，我们借助当代模态逻辑中的混合逻辑，对穆勒五法重新进行研究，从形式上对穆勒归纳推理进行了刻画。借用当代动态认知逻辑中的模型更新的方法，我们对各种归纳推理形式进行了认知分析，构造了认知模型，说明了归纳推理的特征。这种方法的实质是从所涉及命题的真值情况出发，根据输入信息不断删除状态，最终确立结论的可能性的过程。最后，我们还探讨了归纳推理的认知价值。

溯因推理是从数据达到假设的另一类独特的推理模式。对于这类推理，我们从命题逻辑、三段论和谓词逻辑等三个方面，区分了

不同类型的溯因推理。命题溯因推理模式主要涉及蕴涵词的使用，然而借助命题逻辑中的定义，也可以对其它命题联结词在溯因推理中的运用进行分析。三段论有 A、E、I、O 等四种基本的命题形式，我们也分析了使用这四种形式的命题所进行的溯因推理。从现代谓词逻辑的角度看，三段论溯因推理可以转化为谓词逻辑中的溯因推理。我们还分析了溯因推理中涉及的时态、因果等模态概念。从信息输入和输出的角度，构造了各种不同类型的溯因推理的认知模型，反映了溯因推理中信息的动态变化以及溯因推理的或然性特征。

对于作为科学探究的中间阶段的科学假设，我们对假设的定义、一般特征、模式、类型等方面进行了探讨。进一步对胡适和波普尔的假设观进行对比分析，论述了科学假设的认知意义。最后，我们从科学假设与提高认知水平、培育创新思维、促进探究活动科学化、逼近科学真理等方面探讨了科学假设的认知功能。科学假设作为归纳或溯因推理的终点，它也是从假设到结论的起点。假设的科学性直接影响到科学探究的成败，在科学探究中具有极其重要的地位。

从假设到结论的科学探究活动使用演绎推理。演绎推理分为单调演绎推理和非单调演绎推理，前者在科学家探究活动中起重要作用，而后者则在日常生活的科学探究中起重要作用。我们梳理了两类演绎推理的特征，然后利用动态认知逻辑中的模型更新方法，说明演绎推理中信息的动态变化。演绎推理过程本质上就是输入的前提所包含的信息的动态变化过程。对于非单调演绎推理，我们特别从信念更新的角度探讨了它的认知意义。最后，我们还从认知价值方面探讨了演绎推理与其它推理的关系。

## Abstract

The analysis of patterns of scientific inquiry provided by John Dewey can be simplified as the process from data to hypothesis and then to conclusion. The process from data to hypothesis uses inferential modes including various types of inductive reasoning and abductive reasoning. Inferential patterns used in the process from hypothesis to conclusion are modes of deduction, including both monotonic and non-monotonic reasoning. Based on the analysis of various types of reasoning, and by using concepts, technologies and ideas from dynamic epistemic logic, we give cognitive interpretations for them from the perspective of information input and output.

Using technologies and methods of modern logic, we analyze types of inductive reasoning. We eliminate some types of reasoning which looks like inductive reasoning but are deductive by nature from the area of inductive reasoning. And we also analyze the non-necessary feature of proper inductive reasoning from the modal perspective. Especially, we revisit Mill's five methods and characterize Mill's inductive reasoning by using hybrid logic in contemporary modal logic. By the method of

updating model from dynamic epistemic logic, we give cognitive analysis for various types of inductive reasoning, and construct cognitive models which explain features of inductive reasoning. The nature of this method is to identify the possibility of the conclusion by deleting states using information input starting from the cases of truth values of involved propositions. Finally, we also explore the cognitive value of inductive reasoning.

The abductive reasoning is another specific type of inference from data to hypothesis. For this type of reasoning, we explore different types of abductive reasoning from three aspects: propositional logic, syllogism and predicate logic. Propositional abductive reasoning is mainly concerned with the use of implication. We also analyze use of other propositional connectives in abductive reasoning by definitions of them in propositional logic. There are four propositional forms in syllogism: A, E, I, O. Abductive reasoning involved in using them is analyzed. From the perspective of modern predicate logic, syllogistic abductive reasoning can be converted into abductive reasoning in predicate logic. We also analyze modal concepts of tense and causation involved in abductive reasoning. From the perspective of information input and output, we construct corresponding cognitive models for various types of abductive reasoning which reflect dynamics of information and the non-necessary feature of abduction.

As far as the scientific hypothesis as the middle stage of scientific inquiry, we explore its definition, general features, patterns and types. Further more, we analyze the cognitive meaning of scientific hypothesis

by comparing the conception of hypothesis provided by Hu Shi with that by Karl Popper. Finally, we also explain the cognitive function of scientific hypothesis from the following aspects: raising the level cognition, cultivation of creative thinking, making inquiry scientific, and approximation of scientific truth. Scientific hypothesis as the end point of inductive or abductive reasoning is also the starting point of the process from hypothesis to conclusion. The scientific property of hypothesis has direct influence on the success of scientific inquiry. It has a very important status in scientific inquiry.

The process of scientific inquiry from hypothesis to conclusion usedeductive reasoning. Deductive reasoning is divided into to types: monotonic and non-monotonic reasoning. The former plays an important role in scientists' inquiry, while the latter plays an important role in ordinary scientific inquiry. We study the general features of those two types of reasoning. Then we make use of the method of updating models from dynamic epistemic logic to explain dynamics of information in deductive reasoning. The process of deductive reasoning is essentially the dynamic process from information contained in premises. For non-monotonic reasoning, we especially explore its cognitive meaning from the perspective of belief update. We also explore the relations between inductive reasoning and others in their cognitive value.

## 序

杜威在《我们如何思维》一书中，把科学探究或思维活动大体上描绘为“数据、假设、结论”的过程。在这个过程中，从数据到假设中运用的推理是归纳推理，从假设到结论的过程运用演绎推理。杜威的描述具有一般性，这种一般性更加表现在他的逻辑观之中，即认为逻辑并非是独立于经验性的科学探究活动，而恰恰是为科学探究提供了一种理论或指导。本书作者经过仔细分析杜威的论述，认为杜威提出的分析框架是可取的。但是，就科学探究推理的分析而言，杜威没有把溯因推理明确纳入考虑之中，这不能不说是一大遗憾。于是，本书作者把科学探究推理分为两个部分进行研究，即一部分是从数据到假设的推理研究，包括归纳推理和溯因推理；另一部分是从假设到结论的推理研究，即演绎推理。

那么，该如何开展科学探究推理研究呢？像内格尔这样的科学哲学家也没有研究这三类推理过程。我想原因大概在于这三种推理模式本身并不复杂，而且在科学探究过程中经常使用。它们如此平常，以至于人们无法看到其中还有什么东西值得研究。然而，哲学往往在最普遍的现象中发现最深刻的问题。本书作者经过查阅大量的国内外研究文献，反复思量，认为有必要从认知角度对科学探究



推理展开新的研究。

我想作者选择这个研究视角，大致是基于以下四个方面的考虑：

第一，对科学探究本身的探究是一个多学科交叉综合研究的问题。本书从逻辑学的角度研究科学探究活动，就是要弄清楚科学探究中的推理方式。虽然在过去的科学哲学探讨中这一问题已经比较明确了，比如内格尔的研究工作、波普尔的否认学说、拉卡托斯的科学研究纲领等等，但作者在阅读科学哲学家的著作时，注意到还没有哪部著作能够真正从逻辑理论角度对科学探究活动进行全面的分析。即便杜威的分析确实非常重要，具有一定程度的普遍性，但是杜威的分析应该进一步深化，不仅要考虑溯因推理这种与归纳和演绎都不同的推理模式，而且对演绎推理也应该进一步分析，探讨包括单调推理和非单调推理在内的各种演绎推理模式。这一点是杜威时代无法做到的，因为它与计算机科学中人工智能的发展密不可分，而杜威时代不具备这样的条件。

第二，关于科学探究推理的研究不能仅仅停留在简单运用归纳逻辑、演绎逻辑等现成逻辑理论的层面上，应该利用新的逻辑理论和工具，对所涉及的归纳、溯因和演绎等推理过程进行更一般的研究。现有的归纳逻辑和演绎逻辑理论还不足以完全处理科学探究本身涉及的问题。比如科学探究中信息的动态变化，探究者的知识、信念、偏好等认知因素与科学探究的关系，科学探究中概率与认知的关系等等，都不是现有的简单的归纳逻辑和演绎逻辑能处理的问题。因此，必须利用新的逻辑观念、技术和方法，才能较为全面系统地弄清楚科学探究活动问题。

第三，科学探究是一个认知过程。对这样的认知过程，当然可

以从认知神经科学、思维心理学等角度展开心理学的实验研究。事实上，近年来关于人工类别学习、归纳推理等问题的研究取得了重大进展，但本书选择从信息论的角度对科学探究展开研究。认知心理学认为，认知过程实际上就是信息的输入、存储与加工、输出、交流和互动的过程，这与科学探究活动的过程完全一致。本书作者选择的研究方法，既不是心理学的，也不是神经科学的，而是逻辑学的形式化方法，力求通过研究，建立起科学探究推理的认知模型。

第四，假设是科学结论产生的必经阶段。归纳推理或溯因推理的终点是合理的科学假设，然而它又是演绎推理的起点，它是达到科学结论的起点。任何科学结论无一例外都是从假说发展而来的。假设不仅在自然科学领域不胜枚举，而且在人文社会科学领域也繁星闪烁，它既是自然科学的发展形式，同时也是社会科学的发展形式。只要人类不停止理论思维，不停止对自然现象和社会现象本质的揭示，不放弃对物质世界运动规律的探索，就不能没有假设。任何一个假设，由于受历史条件的制约，都不同程度地带有一定的局限性或不完整性。有的假设一时由于没有引起人们的关注而束之高阁，有的假设由于它的离奇性，一时不被人们理解而招致猛烈抨击，甚至有的假设到后来被科学事实无情地证伪。本书从胡适“大胆的假设，小心的求证”、波普尔“大胆假设，严格反驳”两个著名命题着手，对假设的认识论意蕴从中西对比研究的视角进行分析。这就突破了以往研究假设要么只限于逻辑学视域之内，要么只限于对某一个人如胡适、波普尔的研究，要么只限于各门具体科学如物理学、化学、生物学、地质学、天文学等的局限性，从更加广阔的视野对假设这一理论思维形式进行剖析，从而使本书的立论站

在了一个新的高度。

通览全书，作者在以下几个方面做了一些创新性探索，是值得充分肯定的：

第一，本书利用现代逻辑所提供的技术、方法和观念，特别研究了归纳推理和溯因推理的不同类型，这是应用现代逻辑方法对传统逻辑理论中推理模式的新研究。特别是，利用模态逻辑的技术和方法，分析了探究推理中的模态因素。

第二，本书从认知角度，运用最新的信息动态变化理论，对科学探究中的归纳推理、溯因推理、演绎推理等主要推理过程进行了较全面的解释。特别是从科学探究推理过程中信息的输入和输出出发，建立了上述各种推理的认知模型。

第三，本书不仅对自然科学家探索自然规律的活动从认知角度展开新研究，而且对于社会科学中所研究的人类探究活动，比如经济学理论中的博弈，从认知的角度进行研究。借助目前国际学术界最新的关于人类理性与互动的逻辑理论，建立了几种具有一定普适性的探究推理的认知模型。这突破了目前我国科学哲学界现有的理论探讨范围，在一定程度上有助于科学哲学的发展。

第四，本书对科学探究活动中归纳推理和溯因推理的终点、演绎推理的起点，即科学假设的认知功能和认知价值进行了分析。特别是，本书基于对科学假设的一般特征的描述，通过对胡适和波普尔科学假设观的对比研究，分析了科学假设的认知意义。

毋庸讳言，科学探究推理研究是目前国际上内容丰富、分支众多的一个大的前沿研究领域，作者试图在本书中展开这一主题研究，难度是可想而知的。尽管作者不畏艰辛，做了一系列开创性的研究工作，但学术研究道路坎坷不平，荆棘丛生，还需要鼓足勇

气，开榛辟莽，一往无前。希望作者在探讨推理认知模型的基础上，进一步探索建立科学探究推理的形式系统，以便处理信息动态变化和刻画社会行为。书山有路勤为径，学海无涯苦作舟。我坚信，只要作者坚持不懈，继续对科学探究推理问题持续深入研究下去，一定会呈现出更加喜人的丰硕成果。

是为序。

何向东\*

二〇一六年六月于重庆北碚

---

\* 教育部高等学校哲学学科教学指导委员、教育部高等学校文化素质教育指导委员、全国哲学社会科学基金项目学科评审专家、教育部普通高等学校本科教学工作评估专家委员会委员、重庆市社科联副主席、重庆市高等教育学会副会长兼秘书长、中国逻辑学会副会长、重庆市逻辑学会会长、重庆市哲学学会副会长、第四届全国高等学校教学名师、西南大学原副校长、博士生导师、教授、重庆人文科技学院院长

# 目录

## CONTENTS

序

内容摘要

### 1 绪论

---

1.1 问题提出

1.2 研究价值

1.3 研究现状

1.4 研究思路

### 2 科学探究活动的逻辑分析

---

2.1 科学探究案例

2.2 对案例的分析

2.3 从数据到假设

2.4 从假设到结论

### 3 归纳推理的认知解释

---

- 3.1 归纳推理的主要类型
- 3.2 不完全归纳推理的认知模型
- 3.3 概率归纳推理的认知模型
- 3.4 归纳推理的认知价值

### 4 溯因推理的认知解释

---

- 4.1 溯因推理的基本特征和类型
- 4.2 溯因推理的模态刻画
- 4.3 溯因推理的认知模型
- 4.4 溯因推理的认知价值

### 5 科学假设的认知功能

---

- 5.1 对假设的一般性讨论
- 5.2 胡适与波普尔论假设
- 5.3 科学假设的认知价值

### 6 演绎推理的认知解释

---

- 6.1 单调和非单调演绎推理
- 6.2 单调演绎推理的认知模型

6.3 非单调演绎推理的认知解释

6.4 演绎推理的认知价值

## 7 结论

---

参考文献

后 记

# 1 绪论

---

## 1.1 问题提出

翻开任何一部科学史的著作，每一个有理性的人都不得不为人类的科学杰作而惊叹不已。当今人类生活的方方面面都可以感受到科学的影响力，科学塑造着人类的生活方式。就自然科学本身而言，问题的关键在于是否准确地认识了自然以及如何能更好地认识自然这样的哲学问题。大致来说，科学哲学分为两类：一类科学哲学研究具体自然科学门类的哲学问题，比如生物哲学中关于生命起源的争论，包括进化论、神创论、海洋说、外星说，等等。物理哲学中关于量子概念、时间起源等问题的探讨。另一类科学哲学探讨科学的结构、科学发现的模式、科学精神与人文精神、科技伦理等等关于科学活动的一般性理论。本书的研究属于第二类，它探讨科学探究推理的问题。

将逻辑引入科学哲学中一般性的理论探讨，这一点并非原创。内格尔在《科学的结构》中就曾谈到科学解释的各种模式，包括演



绎模式，以及科学定律的逻辑特征，他甚至还谈到力学的逻辑地位<sup>[1]</sup>。内格尔的研究主要是自然科学中的解释问题，比如为了解释“冰浮在水上”，被解释的东西是一个普遍的科学定律，而不是任何特殊的经验事实或者基于统计的历史事实。这条定律的科学解释是把它还原为其它物理定律，比如水的密度大于冰的密度、阿基米德浮力定律等。这个还原过程其实就是从物理定律推出所要解释的定律的演绎推理过程。这个例子部分说明了推理在科学探究活动中的重要作用。

本书所要探讨的科学探究推理不仅包括上述演绎推理，还牵涉科学探究活动中的归纳推理、溯因推理等。这取决于对科学探究活动的一般模式的分析。我所要采取的分析，实际上来自杜威关于思维活动和科学探究的分析<sup>[2]</sup>。简要地说，在杜威看来，科学探究或思维活动大体上可以描绘为“数据—假设—结论”的过程。在这个过程中，从数据到假设中运用的推理是归纳推理，而从假设到结论的过程运用演绎推理。杜威的描述具有一般性，这种一般性更加表现在他的逻辑观之中，即认为逻辑并非独立于经验性的科学探究活动，而恰恰是为科学探究提供了一种理论或指导。经过仔细思考杜威的论述，他的分析框架是可取的。但是，就科学探究推理的分析而言，杜威没有把溯因推理明确纳入考虑之中。于是，我把科学探究推理分为两个部分：一部分是从数据到假设的推理，包括归纳推理和溯因推理；另一部分是从假设到结论的推理，即演绎推理。

---

[1] 参见 [美] 欧内斯特·内格尔. 科学的结构——科学说明的逻辑问题. 徐向东译. 上海：上海译文出版社，2002.

[2] 参见 [美] 杜威. 我们如何思维. 伍中友译. 北京：新华出版社，2010. 还参见 John Dewey. *Logic: the Theory of Inquiry*. New York: Henry Holt and Company, 1938.