

# Introducing Logic

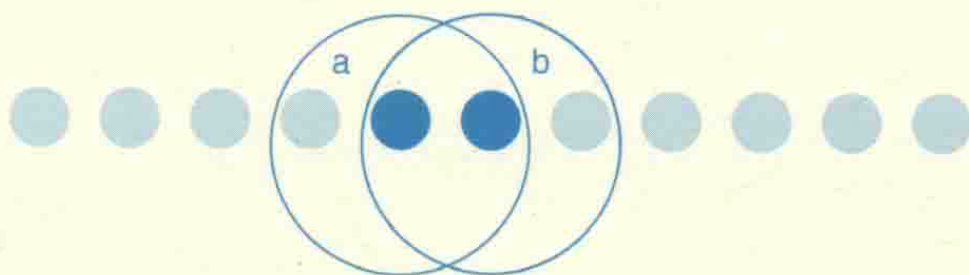
因为一支箭如果想正中靶心，它首先就要飞离靶心一半远的距离，然后接着又是剩下距离的一半，不断如此，直到无穷尽……

结果就是，尽管一支箭矢一直在逼近它的目标，但是它却永远无法真正到达那儿。

## 逻辑学

丹·克莱恩 (Dan Cryan) 沙龙·沙提勒 (Sharron Shatil) / 文  
比尔·梅布林 (Bill Mayblin) / 图  
陈仕伟 / 译 郑伟平 / 审校

生活·读书·新知三联书店



逻辑学是西方文明重要的支柱，它将哲学、科学和法律体系结合在一起。然而，尽管逻辑学的重要性得到了广泛的认可，但由于大量使用专业术语和数学符号，它仍然是许多人难以进入的领域。本书以逻辑学的发展历史为线索，以一种易于理解和友好的方式解释其中所涉及的符号和方法，并探讨围绕相关主题的哲学问题。它将带您了解逻辑学对科学方法，以及对从物理学到心理学的各种科学的影响，并将向您展示为什么计算机和数字技术只是逻辑学的一个实践案例。

ISBN 978-7-108-06519-3



定价：32.00元

9 787108 065193 >



图画  
A Graphic Guide

# 逻辑学

INTRODUCING LOGIC:  
A GRAPHIC GUIDE

丹·克莱恩 (Dan Cryan) 沙龙·沙提勒 (Sharron Shatil) / 文

比尔·梅布林 (Bill Mayblin) / 图

陈仕伟 / 译 郑伟平 / 审校



Simplified Chinese Copyright © 2019 by SDX Joint Publishing Company.

All Rights Reserved.

本作品中文简体版权由生活·读书·新知三联书店所有。

未经许可，不得翻印。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

逻辑学 / (英) 丹·克莱恩 (Dan Cryan), (英) 沙龙·沙提勒 (Sharron Shatil) 文; (英) 比尔·梅布林 (Bill Mayblin) 图; 陈仕伟译; 郑伟平审校. —北京: 生活·读书·新知三联书店, 2019.9

(图画通识丛书)

ISBN 978-7-108-06519-3

I. ①逻… II. ①丹… ②沙… ③比… ④陈… ⑤郑… III. ①逻辑学  
IV. ① B81

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 041225 号

责任编辑 樊燕华

装帧设计 张 红

责任校对 张 睿

责任印制 徐 方

出版发行 生活·读书·新知 三联书店

(北京市东城区美术馆东街 22 号 100010)

网 址 www.sdxjpc.com

图 字 01-2019-1744

经 销 新华书店

印 刷 北京隆昌伟业印刷有限公司

版 次 2019 年 9 月北京第 1 版

2019 年 9 月北京第 1 次印刷

开 本 787 毫米 × 1092 毫米 1/32 印张 5.75

字 数 50 千字 图 171 幅

印 数 0,001—8,000 册

定 价 32.00 元

(印装查询: 01064002715; 邮购查询: 01084010542)

INTRODUCING LOGIC: A GRAPHIC GUIDE by DAN CRYAN,  
SHARRON SHATIL & BILL MAYBLIN

Copyright:© 2013 ICON BOOKS LTD

This edition arranged with ICON BOOKS LTD

through BIG APPLE AGENCY, INC.,LABUAN, MALAYSIA.

Simplified Chinese edition copyright:

2019 SDX JOINT PUBLISHING CO. LTD.

All rights reserved

# 目 录

- |     |         |     |              |
|-----|---------|-----|--------------|
| 001 | 什么是逻辑?  | 024 | 罗素的系统        |
| 002 | 研究句子    | 026 | 维特根斯坦的逻辑图像   |
| 003 | 对当方阵    | 028 | 卡尔纳普和维也纳小组   |
| 004 | 三段论     | 029 | 宽容原则         |
| 006 | 联结词逻辑   | 030 | 希尔伯特的证明论     |
| 008 | 莱布尼茨律   | 031 | 哥德尔的到来       |
| 010 | 归谬法     | 032 | 哥德尔的不完备性定理   |
| 012 | 一种“新工具” | 033 | 与证明论的联系      |
| 014 | 弗雷格的量词  | 035 | 维特根斯坦的逻辑联结词表 |
| 016 | 语境原则    | 036 | 维特根斯坦的真值表    |
| 017 | 命题演算    | 037 | 发现重言式        |
| 018 | 康托尔的集合论 | 038 | 数字电子的逻辑门     |
| 020 | 联结词的效用  | 039 | 售货机          |
| 021 | 罗素悖论    | 040 | 图灵和“恩尼格玛密码”  |
| 022 | 致命的错误   | 041 | 欧几里得的公理方法    |
| 023 | 表面语法的问题 | 043 | 莱布尼茨的证明方法    |

- 044 矛盾的滥用
- 045 联结词的规则
- 046 对语法的敏感
- 047 谓词演算
- 048 模型理论语义学
- 049 希尔伯特的递归模型
- 052 无限产出的有限规则
- 053 简单的操作指南
- 054 证明论和形式语言
- 056 塔斯基的真值条件
- 058 实践中的形式语义
- 059 拍一部肥皂剧
- 060 人工智能肥皂剧的逻辑  
编程语言
- 062 图灵的 AI 菜谱
- 064 悖论难题
- 066 悖论能够被回避吗?
- 067 类型理论
- 069 塔斯基的撒谎者悖论解决方案
- 070 纠缠不休的悖论
- 072 哥德尔的不完备性定理
- 074 哥德尔定理的影响
- 076 停机问题
- 077 哥德尔证明的局限
- 078 芝诺运动悖论
- 080 无穷总和
- 081 极限的收敛
- 082 一“堆”有多少?
- 083 对集合的挑战
- 084 消解逻辑
- 085 模糊词语的虚构性
- 086 词语“意味”着什么?
- 087 模糊逻辑
- 088 模糊的堆
- 089 逻辑能够避免悖论吗?
- 090 非经典逻辑：直觉主义
- 091 恶魔论证
- 092 直觉主义逻辑
- 093 直觉主义 vs 归谬法
- 094 直觉主义的流行
- 095 思考一些古老的问题
- 096 可能的值
- 097 作为数字的真值
- 098 可能与矛盾律
- 100 从经典逻辑到模糊逻辑
- 101 电子“可能”状态
- 102 模糊逻辑搜索引擎
- 103 模糊逻辑机器

- 104 量子世界中的逻辑
- 105 量子逻辑的分配律
- 106 量子逻辑如何工作
- 107 实验逻辑
- 109 逻辑和科学
- 110 哥白尼革命
- 111 伽利略革命
- 112 演绎法和归纳法
- 114 归纳问题
- 115 休谟之叉
- 116 规则式的演绎
- 118 基于概括的归纳
- 122 规律或者经验预测
- 124 乌鸦悖论
- 126 因果问题
- 127 波普尔对亨普尔的回答
- 128 波普尔的否证理论
- 130 可行理论的概率
- 132 蒯因的“信念之网”
- 134 “网”的替代选择
- 136 不充分的证据
- 138 蒯因的相对主义
- 139 费耶阿本德对科学方法的否定
- 140 戴维森对蒯因的回应
- 141 真理的表征
- 142 硬边真理 vs 相对主义
- 143 认知科学与逻辑
- 144 乔姆斯基的通用语法
- 146 名词和动词的范畴
- 149 语法的递归规则
- 150 X-bar 理论
- 151 逻辑理论
- 152 语法和语义的问题
- 154 复杂的语法结构
- 156 “通用”语法的问题
- 158 符号化的大脑模型
- 160 训练一个神经网络
- 162 模式识别
- 164 理性行为模型
- 165 实践理性
- 166 什么是意识?
- 167 逻辑的地位
- 168 维特根斯坦的观点转变
- 172 延伸阅读
- 176 索引

## 什么是逻辑？

在交谈中，没有什么比论证更自然的了。我们尝试着让争辩的对手相信我们是对的，相信我们的结论是从他们能够接受的东西中推导出来的。如果我们不能辨别这种推导关系，那么情况就糟了。在交谈中常常有不符合规定的东西冒充为论证。



这显然是糟糕的，因为结论的真与支撑该结论的陈述的真之间没有任何联系。我们需要的是确保支持性陈述的真能够通过论证得以保留。逻辑其实就是研究保真的论证。

## 研究句子

古希腊哲学家**亚里士多德**（公元前 384—前 322）最先给我们提出了进行有说服力地论证的技术（工具）的思想。这项研究包括了语法、修辞和诠释理论，以及逻辑。亚里士多德做的第一件事就是讨论句子。



句子通常分为三类……

1. **单称**：苏格拉底是人。
2. **全称**：每个人都是会死的。
3. **特称**：有些人是会死的。

在每类句子中我们都宣称某个东西或某些东西归属于某个特定的类。

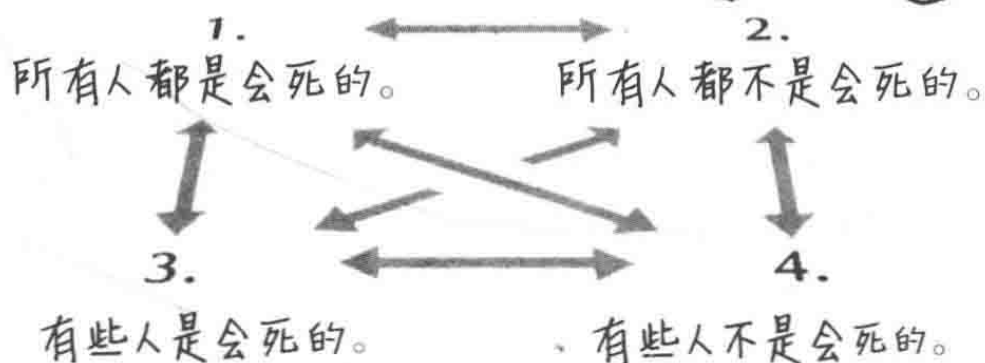
我们谈论的对象（例子：名词，诸如苏格拉底、桌子；抽象名词，诸如行走；以及代词，诸如某人、每个人）被亚里士多德称为句子的**主语**。

我们对句子主语的描述（例子：动词，诸如正在吃，落下了；形容词，诸如是困难的；名词，诸如“苏格拉底是人”这种东西中的人）被亚里士多德称为**谓语**。

## 对当方阵

亚里士多德注意到有些主谓结构的句子的真值会对另一些主谓结构的句子的真值产生影响。

下面的这些句子存在一定的相互联系。我称之为对当方阵。



句子 1 和句子 2 不能同时为真。

对角线上的句子 1 和句子 4 被称为一组**矛盾**。

只要存在人，那么两个句子中必有一真，但是不会全为真——其中一个句子为真保证了另一个句子为假。


对角线上的句子 2 和句子 3 也是如此。

句子 1 和句子 3 可以同时为真。如果句子 1 为真，那么句子 3 一定为真；但是句子 3 为真并不意味着句子 1 一定为真。

句子 2 和句子 4 类似，相同的关系也存在于“所有人都是会死的”和“苏格拉底是会死的”这两个句子之间。

## 三段论

通过使用对当方阵，亚里士多德注意到一个神秘的事实。以类似于“苏格拉底是人”这样的句子为例。如果一个论证包含了三个陈述，其中第一个陈述的主语是第二个陈述的谓语（称这两个陈述为**前提**），并且第三个陈述是由前两个陈述中剩下的词项构成（称这个陈述为**结论**），那么结论的真就能够由前提的真得到保证。



这个模式我称之为**三段论**。我们可以通过它来看看为什么一个论证是真的而另一个却是假的。

1. 所有人都是会死的。

2. 苏格拉底是人。

3. 苏格拉底是会死的。

有效

1. 这本书的每一页都用黑墨水印刷。

2. 某些册页不是用黑墨水印刷。

3. 这些册页不是这本书里的。

有效

1. 我支持阿森纳。

2. 阿森纳在伦敦。


3. 阿森纳将会赢得冠军。

无效

亚里士多德忘记了那些有着多个谓语的**条件陈述**，例如：

**“如果苏格拉底是人，那么苏格拉底是会死的。”**

我们现在有两个理由说明为何“阿森纳在伦敦，因而阿森纳将会赢得冠军”的论证是错误的。第一条理由来自实际言辞。“我支持阿森纳”和“阿森纳在伦敦”这两个事实都不足以保证阿森纳将会赢得冠军。同时也存在着形式原因，即前提一的谓语不是前提二的主语。



球迷A: 是的，但这是有效的……

1. 如果我支持阿森纳，那么他们将会赢得冠军。
2. 我的确支持阿森纳，所以……
3. 阿森纳将会赢得冠军。

它仍然是错的。因为有效性仅在前提为真的情况下才可以保证结论为真。而在你的例子中前提为假所以结论也是假的。

那这种形式化对我们还有什么帮助吗？


你会看到的。

## 联结词逻辑

大约 100 年以后，索里的克里西波斯（公元前 280—前 206）将逻辑

学的注意力从单一的主谓结构陈述引向更为复杂的陈述，例如“苏格拉底是人并且芝诺是人”。这是一个重大的成就。人们常说，

“如果神使用逻辑，那他们使用的一定是克里西波斯的逻辑”。我们将很快发现，不仅是诸神，对人类而言也是这样，虽然我们用了近千年的时间才领悟这一点。



通过“和”、“或”以及“如果……那么……”等类似的词，不同的陈述能够被连接在一起，并且整体的真值完全依赖于各部分的真值。

这些联结词的每一个都以独一无二的方式把部分的真值组合成整体的真值。

例如“或”这个联结词，  
只有它能够按照下述方式使用。

穆罕默德将走向那座山峰。

**或者**

那座山峰将走向穆罕默德。

穆罕默德没有走向那座山峰，  
因此那座山峰走向了穆罕默德。

运用我对于这些联结  
词的定义，我能够表明如  
何推导出各种不同的陈述，  
它们的真总是得到最初陈  
述的真的保证。

克里西波斯至少在他之后的  
1500 年的时间里对逻辑的发  
展历史并没有太大的影响，这  
不仅是因为他的著作丢失了，他的  
思想只能够通过二手文献被人们  
了解，同时也是因为亚里士多德  
成了天主教会的宠儿。



## 莱布尼茨律

在接下来的 2000 年时光里，逻辑学家提出了越来越多的三段论，某些三段论甚至包括了两个以上的前提。逻辑学家就像是炼金术士一样，摆弄不同的概念以获得有效的论证。最终，在这阵狂热的浪潮之中，戈特弗里德·莱布尼茨（1646—1716）提出了一种重要的方法。

莱布尼茨提出了一种有趣的观点，即像对待代数里的等式那样去对待陈述。等式运用等号（“=”）来表示等号两边的内容必定有着相同的数值，

例如， $X^2+Y^2=Z^2$

莱布尼茨将等号引入逻辑学中，用来表示“a”和“b”等同。



自此之后这条定律被称为莱布尼茨律。他将这一定律分解为两个不可分离的断言，“a 是 b”以及“b 是 a”，他用这两个断言来说明“所有 a 的属性都是 b 的属性”以及“所有 b 的属性都是 a 的属性”。

例如：“所有的单身汉都是未婚男人与所有的未婚男人都是单身汉。”

很明显如果 **a** 等同于 **b**，那么我们就能够在任何陈述中用符号“**b**”替换符号“**a**”，同时又保持该陈述的真值不变。例如：“苏格拉底是未婚男人，未婚男人等同于一个单身汉，因此苏格拉底是单身汉。”

这条定律很重要，因为它使得我们能够在有限的步骤内判定由可能无限多数量的句子组成的句子集的真值。莱布尼茨有以下四条规则。

### 1. “**a=a**”

例如：“苏格拉底是苏格拉底。”

### 2. 如果“**a 是 b**”并且“**b 是 c**”，那么“**a 是 c**”

例如，“所有人都是会死的，苏格拉底是人，因此苏格拉底会死”。

说“**a 是 b**”，等于说所有是 **a** 的东西都是 **b**。



所以这有着与我的第一个三段论完全一致的形式。

嗯，但是还有第三步和第四步……



### 3. “**a= 非 (非 a)**”

例如：“如果苏格拉底是会死的，那么苏格拉底不是不会死的。”

### 4. “‘**a 是 b**’ 等同于 ‘**非 b 是非 a**’”

例如：“苏格拉底是人意味着如果你不是一个人，那么你也不会是苏格拉底。”

通过这些简单的规则，莱布尼茨能够证明每一个可能的三段论。与亚里士多德的对当方阵不同，莱布尼茨提出了第一个真正的真理理论——从预先建立的规则中，通过同义符号（同义词）的相互替代来推导出结论。