



逻辑与谜题: 导言

新生讨论课

哲学系 王彦晶

wangyanjing.com/lopuz/

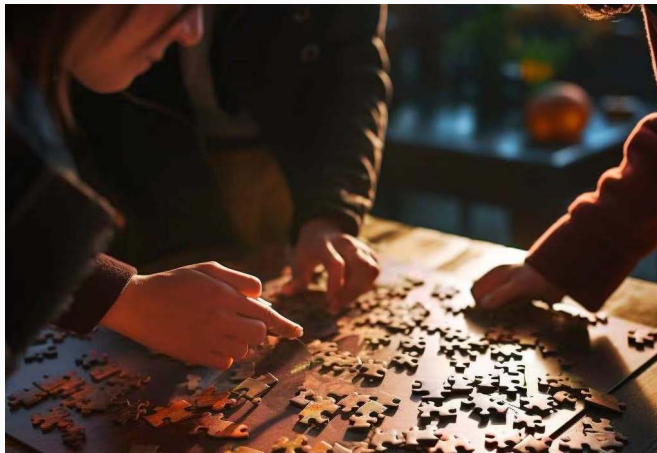
2023 年 9 月 14 日

- 类别: 元培新生讨论课
- 学分: 1
- 时间: 周四 5-6 节, 共 8 周
- 地点: 文史楼 103
- 助教: 韩旭
- 先修课程: 无
- 考核方式: 课堂表现 (60%) + 讨论记录及总结 (40%)

课程内容

逻辑学的基本知识与一系列逻辑谜题.

在解决谜题的过程中从零开始体会逻辑学的基本思想和方法, 一点点构造逻辑学相关的语言、语义、推理系统等.



形式与目标

形式: 讲 (20%) + 玩 (30%) + 讨论 (50%).

目标: 在玩中学, 通过造逻辑, 用逻辑来理解逻辑学的思想和方法.



一次尝试, 也可能会失败, 大家一起努力让它自然生长.

- 平等, 善意, 开放, 勇气, 相互尊重
- 公平机会
- 老师更多是主持人不是演讲嘉宾
- 解谜不是竞赛, 享受过程
- 不求快, 但求深刻

警告: 不系统, 不全面, 不(那么)严格, 个别时候不正经.

大概计划

- W1 导言 (主要我讲)
- W2 - W3 布尔连接词与命题逻辑
- W4 - W5 模态词与模态逻辑
- W6 - W7 量词与一阶逻辑
- W8 悖论

命题逻辑的真值表，可能世界语义学，一阶逻辑的语义，相关证明系统，一些数学和哲学的形式化理论.

计划可能赶不上变化...

自我介绍下

有啥说啥, 比如: 为啥选? 关于逻辑知道些啥? 感兴趣什么样的谜题? 对什么学科有兴趣? 对课程有啥期待?



合张影好认人? 分下写讨论报告的组 (共七组)

选课的说谎者

一共十五个选课的同学:

- 同学 1: 这里有 1 个同学在说谎
- 同学 2: 这里有 2 个同学在说谎
- 同学 3: 这里有 3 个同学在说谎
- ...
- 同学 14: 这里有 14 个同学在说谎
- 同学 15: 这里有 15 个同学在说谎

有几个同学在说谎?

逻辑学(不)是干什么的?

逻辑学研究啥？

大家几乎天天都在说“逻辑”，但是作为**学科**它是研究什么的？

作为一个基础学科，**狭义的逻辑学**一般**不太研究**：

- 通俗的规律、机制、思维方式：投资逻辑、强盗逻辑...
- 辩论技巧：**预设结论**，目标是**说服**，大量修辞，共情技巧。
- 批判性思维：其中涉及一些广义的逻辑谬误的避免
- 语用推理：

王老师的讲的如何？ **别提了...**

王老师讲的很烂

逻辑学研究啥？

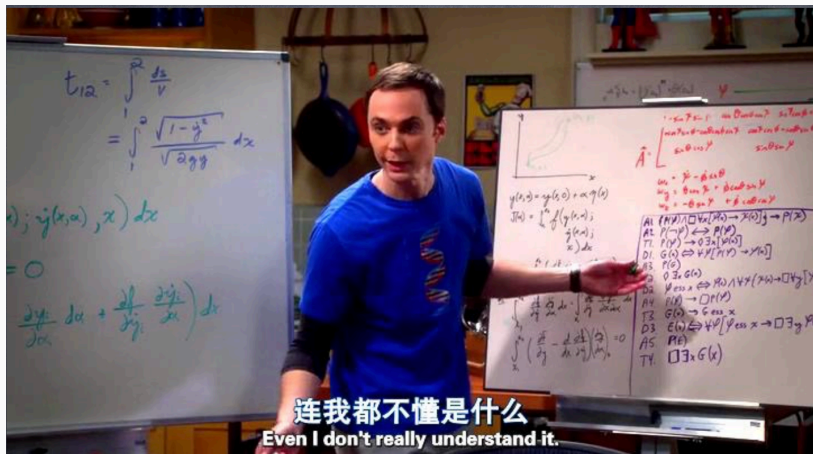
作为一个基础学科，**逻辑学**一般也不太研究**侦探的推理**：

“他是刚从热带回来，因为他脸色黝黑，但是，从他手腕的皮肤黑白分明看来，这并不是他原来的肤色。他面容憔悴，这就清楚地说明他是久病初愈而又历尽了艰苦。他左臂受过伤，现在动作品来还有些僵硬不便。

试问，一个英国的军医在热带地方历尽艰苦，并且臂部负过伤，这能在什么地方呢？自然只有在阿富汗了。”



逻辑学研究什么？



逻辑学研究什么？

$$\text{Ax. 1. } (P(\varphi) \wedge \Box \forall x(\varphi(x) \rightarrow \psi(x))) \rightarrow P(\psi)$$

$$\text{Ax. 2. } P(\neg\varphi) \leftrightarrow \neg P(\varphi)$$

$$\text{Th. 1. } P(\varphi) \rightarrow \Diamond \exists x \varphi(x)$$

$$\text{Df. 1. } G(x) \leftrightarrow \forall \varphi(P(\varphi) \rightarrow \varphi(x))$$

$$\text{Ax. 3. } P(G)$$

$$\text{Th. 2. } \Diamond \exists x G(x)$$

$$\text{Df. 2. } \varphi \text{ ess } x \leftrightarrow \varphi(x) \wedge \forall \psi(\psi(x) \rightarrow \Box \forall y(\varphi(y) \rightarrow \psi(y)))$$

$$\text{Ax. 4. } P(\varphi) \rightarrow \Box P(\varphi)$$

$$\text{Th. 3. } G(x) \rightarrow G \text{ ess } x$$

$$\text{Df. 3. } E(x) \leftrightarrow \forall \varphi(\varphi \text{ ess } x \rightarrow \Box \exists y \varphi(y))$$

$$\text{Ax. 5. } P(E)$$

$$\text{Th. 4. } \Box \exists x G(x)$$



爱因斯坦晚年曾说还去高研院办公室的目的是“just to have the privilege of walking home with Kurt Gödel.”

逻辑学研究什么？

- 最通俗的说: 研究“靠谱”的推理形式
- 具体推理:

所有元培的同学都是好奇的 小韩是元培的同学
小韩是好奇的

- 推理形式

所有A都是B a是A
a是B

- 用形式语言表达的推理形式

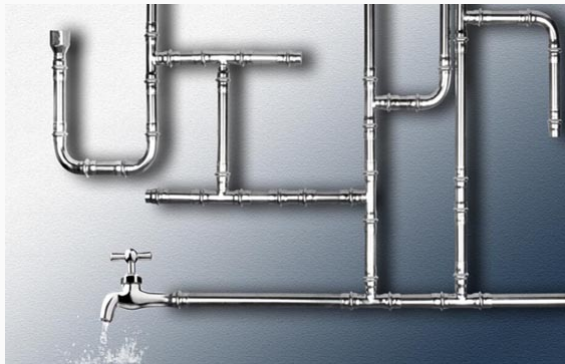
$\forall x(A(x) \rightarrow B(x))$ $A(a)$
 $B(a)$

写成形式语言的公式: $(\forall x(A(x) \rightarrow B(x)) \wedge A(a)) \rightarrow B(a)$

逻辑学研究什么？

推理形式那么多，哪些推理形式是“靠谱”的呢？

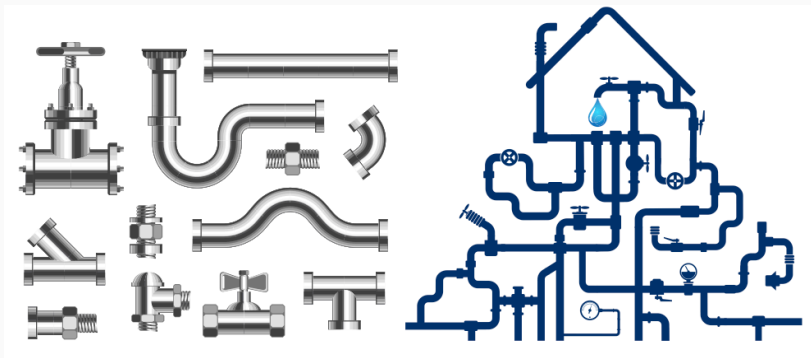
简单说就是**保真**：（在任何情况下）**如果前提真则保证结论真**，我们也把这样的推理形式叫做**有效的**。



就像密封的水管，**干净水**进去的话流出来的也是**干净水**。注意：如果你往水管里放**脏水**，那不能赖水管了...

逻辑学家干的事

组装密封水管，保证干净的水能到达我们想要的地方。



这个意义下，逻辑学家都是水管工



为什么要用形式语言?

看上去应该保真的推理形式...

$$\frac{A \text{ is better than } B \quad B \text{ is better than } C}{A \text{ is better than } C}$$

似乎是靠谱的, 但是考虑如下的推理:

- Philosophy is better than nothing.
- Nothing is better than money.
- Therefore: Philosophy is better than money!

这个具体推理的结论也许对哲学系的同学来说是愿意接受的, 但推理是不靠谱的。

自然语言有歧义, 所以我们要使用清晰的形式语言, 并避免歧义, 确定一句话什么时候真, 什么时候假。

可是真假又怎么判定呢?

一个命题逻辑的推理系统

对于只包含经典的 \neg (并非), \rightarrow (如果那么) 的有效的推理模式都可以用以下这三条公理模式和一条推理规则推出来.

公理模式:

$$\text{Ax1 } A \rightarrow (B \rightarrow A)$$

$$\text{Ax2 } (A \rightarrow (B \rightarrow C)) \rightarrow ((A \rightarrow B) \rightarrow (A \rightarrow C))$$

$$\text{Ax3 } (\neg B \rightarrow \neg A) \rightarrow (A \rightarrow B)$$

分离规则 (Modus Ponens):

$$\frac{A \rightarrow B \quad A}{B}$$

例子: 证明 $A \rightarrow A$

$$\text{Ax1 } A \rightarrow (B \rightarrow A)$$

$$\text{Ax2 } (A \rightarrow (B \rightarrow C)) \rightarrow ((A \rightarrow B) \rightarrow (A \rightarrow C))$$

$$\text{Ax3 } (\neg B \rightarrow \neg A) \rightarrow (A \rightarrow B)$$

分离规则 (Modus Ponens): $\frac{A \rightarrow B \quad A}{B}$

一个 $A \rightarrow A$ 的证明 (彩色为公理模式里代入的相应部分)

1. $A \rightarrow ((A \rightarrow A) \rightarrow A)$ Ax1 特例
2. $(A \rightarrow ((A \rightarrow A) \rightarrow A)) \rightarrow ((A \rightarrow (A \rightarrow A)) \rightarrow (A \rightarrow A))$ Ax2
3. $(A \rightarrow (A \rightarrow A)) \rightarrow (A \rightarrow A)$ MP(1, 2)
4. $A \rightarrow (A \rightarrow A)$ Ax1
5. $A \rightarrow A$ 分离 (3, 4)

冯友兰评价金岳霖：“我们俩互有短长。他的长处是能把很简单的事情说得很复杂；我的长处是能把很复杂的事情说得很简单。”

张维迎：“我相信逻辑，比如说，有一个峡谷，所有人都说过不去，那里是万丈深渊，但如果逻辑推论出那里应该有一座桥，我就会走过去。”

用显微镜看推理，精确意义上的有效，不积跬步无以至千里。

(通常来讲) 优势是对就是对，“劣势”是错就是错。

精确既简单又难: ChatGPT Mar.23 version, GPT-4 model

Model: GPT-4



在命题逻辑的希尔伯特系统里证明 $A \rightarrow A$



在命题逻辑的希尔伯特系统（Hilbert system）中，我们可以使用一组公理和推理规则来证明公式。为了证明 $A \rightarrow A$ ，我们可以遵循以下步骤：

1. 应用公理 Axiom 1: $A \rightarrow (B \rightarrow A)$
2. 令 $A = B$ ，从而得到 $A \rightarrow (A \rightarrow A)$
3. 使用 Modus Ponens 规则，我们可以从 A 和 $A \rightarrow (A \rightarrow A)$ 推导出 $A \rightarrow A$

具体步骤如下：

- (1) $A \rightarrow (B \rightarrow A)$ -- 公理 1
- (2) $A \rightarrow (A \rightarrow A)$ -- 将 B 替换为 A ，得到实例化的公理
- (3) $A \rightarrow A$ -- 应用 Modus Ponens 规则（从 A 和 $A \rightarrow (A \rightarrow A)$ 推导出 $A \rightarrow A$ ）

经过以上步骤，我们证明了 $A \rightarrow A$ 。



为了证明这个命题，我们可以使用数学归纳法。数学归纳法是一种证明方法，它分为两个步骤：基本情况（基础步骤）和归纳步骤。首先，我们证明基本情况成立；然后，我们假设 $n=k$ 时命题成立，并证明 $n=k+1$ 时命题也成立。这样，我们就可以证明命题对于任意正整数 n 都成立。

题目的意思是，给定 n 匹马，我们要证明它们都是同一种颜色。我们可以通过以下步骤进行归纳证明：

1. 基本情况： $n=1$

当只有1匹马时，显然只有一种颜色。基本情况成立。

2. 归纳步骤：假设 $n=k$ 时命题成立，即假设 k 匹马都是同一种颜色。我们要证明 $n=k+1$ 时命题也成立。

考虑 $k+1$ 匹马。我们可以将这些马分为两组：一组包含前 k 匹马，另一组包含后 k 匹马（总共 $k+1$ 匹马，因此两组之间会有一个马重叠）。根据归纳假设，前 k 匹马都是同一种颜色，后 k 匹马也都是同一种颜色。重叠的那匹马同时属于前 k 匹马和后 k 匹马，因此前 k 匹马和后 k 匹马都是相同的颜色。所以，所有 $k+1$ 匹马都是同一种颜色。

通过数学归纳法，我们证明了对于任意正整数 n ， n 匹马都是同一种颜色。然而，这个证明建立在一个错误的前提下，即假设所有马的颜色都相同。在现实中，马可能有多种颜色。这个证明只是一个逻辑演练，不能用于实际情况。

证明所有马都是一个颜色?

对马的个数 n 做归纳, 证明任意 n 匹马的颜色是一样的:

- $n = 1$ 显然
- 假设 $n = k$ 时要证的成立, 要证明 $n = k + 1$ 也对:
 - 把 $k + 1$ 匹马排个队



- 前 k 匹算一组 (没有最后一匹), 后 k 匹算一组 (没有第一匹)
- 按归纳假设 (对 k), 每组中的马都是同一个颜色
- 因为这两组中有重复的马
- 所以这 $k + 1$ 马都是一样的颜色
- 按归纳法, 所有马是同一个颜色

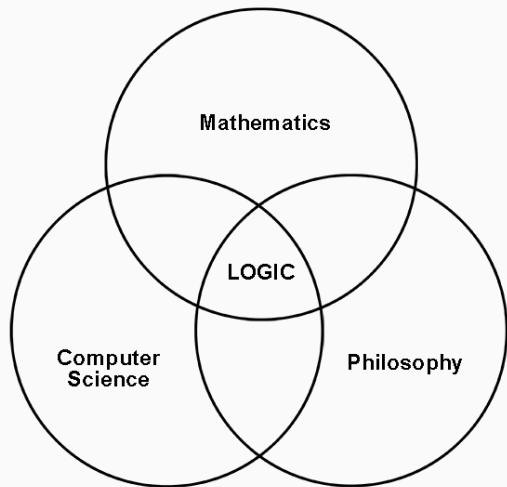
哪里出了问题?

对精确不多余的操心：逻辑学的发展历程

几次数学危机说明逻辑学家的操心不是多余的。

- 起源于**哲学**：亚里士多德... (有效论证的工具)
- 成熟于**数学**：布尔、弗雷格、哥德尔... (研究数学的数学)
- 繁荣于**计算机科学**：图灵... (计算机的“微积分”)
- 输出工具到语言学、法学、微观经济学等
- 反过来逻辑技术继续促进哲学的发展: 清晰概念, 严格论证, 澄清假设, 探求推论, 保持一致 (无矛盾)

除了具体推理，更关心**元问题**，特别是**否定性**的结果：数学系统**不能**证明什么？计算机**不能**解决什么样的问题？形式语言**不能**表达什么样的性质？等等



还有密切相关的语言学。一般哲学、数学、计算机系都有相关课

一些著名的水管工 (图片来自 *Logicomix*)



别人对水管工的的看法

逻辑学家通常分布在哲学、数学、计算机的院系。

他们自认为是：

- 哲学家中的哲学家
- 数学家中的数学家
- 计算机科学家中的计算机科学家

(历史上诸位伟大的逻辑学家们确实做到了)

现实中的逻辑学家常被外人认为是：

- 哲学系的数学家
- 数学系的计算机科学家
- 计算机系的哲学家

来自：高思存 UCSD

立志做“三体人”。

现代逻辑学已经发展出各种细致的分支

不同背景的逻辑学家对于逻辑学的范围和理解也会有所不同，动机也不一样。



图片来源: <https://kknews.cc/news/pq4oqaj.html>

我和同事们画的 A Map of Logic:

<https://shimo.im/mindmaps/fADiE5EaUU4EjNyB>

主要分支: 出发点和重心不同, 但都用形式化工具进行研究

- 数理逻辑: 集合论, 模型论, 递归论 (可计算理论), 证明论, TAC(逻辑相关的拓扑, 代数和范畴论及类型论等)
- 计算机逻辑: 计算模型, 自动定理证明, 有穷模型论, 模型检测, 自动机理论, 可满足性判定, 逻辑程序, 计算复杂性, 进程代数, 程序设计语言的语义, 人工智能中的逻辑...
- 哲学逻辑: 模态逻辑, 非经典逻辑 (直觉主义, 多值, 弗协调, 非单调, 量子...), 逻辑哲学的技术性问题 (真理论, 指称...)
- 其他领域: 语言学中的形式语义与句法分析 (λ -calculus, Lambek 演算, 类型论) 等, 法律逻辑, 博弈论基础, 社会选择
- 大量的交叉: e.g., 直觉主义类型论作为计算机形式化数学半自动推理的工具 (如 Coq 和 Lean), 好多位图灵奖得主的工作都是用模态逻辑做计算机的工作。

逻辑学的很多子领域都具有很强的哲学意味

很多主题是对特定概念的形式化分析：

- 数理逻辑： e.g., 什么是证明/无穷/集合/随机...
- 哲学逻辑： e.g., 什么是真/必然/知识/道义...
- 计算机逻辑： e.g., 什么是计算/因果/并行/程序等价...

哲学思考和对根本性问题的钻研有助于做出好的技术工作。技术工具又可以让们用类似数学的方式去刻画哲学理论。

形式语言、模型、语义、证明系统都有各种选择，具有很大的自由度，使得逻辑学是一扇通往很多领域的大门。

严格基础带来证明的边界

使用形式语言描述关于集合的基本假设：公理化的集合论ZFC

Extensionality $\forall x \forall y (x \approx y \leftrightarrow \forall z (z \in x \leftrightarrow z \in y))$

Paring $\forall x \forall y \exists z \forall w (w \in z \leftrightarrow w \approx x \vee w \approx y)$

Union $\forall x \exists y \forall z (z \in y \leftrightarrow \exists w (w \in x \wedge z \in w))$

Empty set $\exists x \forall y (\neg y \in x)$

Infinity $\exists x (\emptyset \in x \wedge \forall y (y \in x \rightarrow y \cup \{y\} \in x))$

Power set $\forall x \exists y \forall z (z \in y \leftrightarrow \forall w (w \in z \rightarrow w \in x))$

Replacement $\forall x \in y \exists! z R(x, z) \rightarrow \exists w \forall v (v \in w \leftrightarrow \exists x (x \in y \wedge R(x, v)))$

Regularity $\forall x (\neg x \approx \emptyset \rightarrow \exists y \in x (x \cap y \approx \emptyset))$

Choice $\forall x ((\neg \emptyset \in x \wedge \forall y \forall z \in x (\neg y \approx z \rightarrow y \cap z \approx \emptyset)) \rightarrow \exists y \forall z \in x \exists! w \in z (z \in y))$

哥德尔: 足够强的没矛盾的数学系统不能证明自身没有矛盾.

无穷也是有大小的, 有没有什么无穷比自然数的无穷大而比实数的无穷小? 这个问题独立于 ZFC (哥德尔 +Cohen).

Handbook of Philosophical Logic *n* 卷本

x

PREFACE TO THE SECOND EDITION

Logic	FF			
	Natural language processing	Program control specification, verification, concurrency	Artificial intelligence	Logic programming
Temporal logic	Expressive power of tense operators. Temporal indices. Separation of past from future	Expressive power for recurrent events. Specification of temporal control. Decision problems. Model checking.	Planning. Time dependent data. Event calculus. Persistence through time—the Frame Problem. Temporal query language. Temporal transactions.	Extension of Horn clause with time capability. Event calculus. Temporal logic programming.
Modal logic. Multi-modal logics	generalised quantifiers	Action logic	Belief revision. Inferential databases	Negation by failure and modality
Algorithmic proof	Discourse representation. Direct computation on linguistic input	New logics. Generic theorem prover	General theory of reasoning. Non-monotonic systems	Procedural approach to logic
Non-monotonic reasoning	Resolving ambiguities. Machine translation. Document classification. Relevance theory	Loop checking. Non-monotonic decisions about loops. Faults in systems.	Intrinsic logical discipline for AI. Evolving and communicating databases	Negation by failure. Deductive databases
Probabilistic and fuzzy logic	logical analysis of language	Real time systems	Expert systems. Machine learning	Semantics for logic programs
Intuitionistic logic	Quantifiers in logic	Constructive reasoning and proof theory about specification design	Intuitionistic logic is a better logical basis than classical logic	Horn clause logic is really intuitionistic. Extensions of logic programming languages
Set theory, higher-order logic, calculus, λ-types	Montague semantics. Situation semantics	Non-well-founded sets	Hereditary κ -nite predicators	λ -calculus extension to logic programs

PREFACE TO THE SECOND EDITION

xi

	Database theory	Complexity theory	Agent theory	Special comments: A look to the future
Imperative vs. declarative logics				
Temporal logic as a declarative programming language. The changing past in databases. The imperative future	Temporal databases and temporal transactions	Complexity questions of decision procedures of the logics involved	An essential component	Temporal systems are becoming more and more sophisticated and extensively applied
Dynamic logic	Database updates and action logic	Ditto	Possible actions	Multimodal logics are on the rise. Quantification and content becoming very active
Types. Term rewrite systems. Abstract interpretation	Abstraction, relevance	Ditto	Agent's implementation rely on proof theory.	
	Inferential databases. Non-monotonic coding of databases	Ditto	Agent's reasoning is non-monotonic	A major area now - important for formalising practical reasoning
	Fuzzy and probabilistic data	Ditto	Connection with decision theory	Major area now
Semantics for programming languages. Martin-Löf theories	Databases transactions. Inductive learning	Ditto	Agent's constructive reasoning	Still a major central alternative to classical logic
Semantics for programming languages. Abstract interpretation. Domain recursion theory.		Ditto		More central than ever!

哲学逻辑在计算机里有大量的应用, 计算机的应用反过来又推动了逻辑的进步. 图灵奖得主: McCarthy, Pnueli, Scott, Clarke ...

BULLETIN OF
MATHEMATICAL BIOPHYSICS
VOLUME 5, 1943

A LOGICAL CALCULUS OF THE IDEAS IMMANENT IN NERVOUS ACTIVITY

WARREN S. MCCULLOCH AND WALTER PITTS

FROM THE UNIVERSITY OF ILLINOIS, COLLEGE OF MEDICINE,
DEPARTMENT OF PSYCHIATRY AT THE ILLINOIS NEUROPSYCHIATRIC INSTITUTE,
AND THE UNIVERSITY OF CHICAGO

Because of the "all-or-none" character of nervous activity, neural events and the relations among them can be treated by means of propositional logic. It is found that the behavior of every net can be described in these terms, with the addition of more complicated logical means for nets containing circles; and that for any logical expression satisfying certain conditions, one can find a net behaving in the fashion it describes. It is shown that many particular choices among possible neurophysiological assumptions are equivalent, in the sense that for every net behaving under one assumption, there exists another net which behaves under the other and gives the same results, although perhaps not in the same time. Various applications of the calculus are discussed.

WARREN S. MCCULLOCH AND WALTER PITTS

133

LITERATURE

- Carnap, R. 1938. *The Logical Syntax of Language*. New York: Harcourt, Brace and Company.
- Hilbert, D., und Ackermann, W. 1927. *Grundzüge der Theoretischen Logik*. Berlin: J. Springer.
- Russell, B., and Whitehead, A. N. 1925. *Principia Mathematica*. Cambridge: Cambridge University Press.

更一般的

通过了解逻辑学，你可以：

- 对矛盾更加敏感，提高**信息免疫力**!
- 保持一致性，有意识的考虑决策的逻辑后承
- 知道**为什么**要遵从逻辑推理的规则
- **公理化**的思维方式：第一性原则
- 有意识的避免一些逻辑谬误
- 抽象的看语言和推理的意识
- 更全面的考虑各种可能性
- 发现很多看起来模糊的东西都可以精确的研究
- 更加谨慎的态度，**刨根问底**的精神
- 发现一些不同学科间的联系
- 对策略性活动的精算也许有一定帮助
- 至少多过一个节：**世界逻辑日 (1.14)**

“因为担心失衡跌倒，我们的思想紧紧抓住逻辑这个扶手。”— 安德烈·纪德《新粮》

.....

逻辑之所以得到如此广泛的研究，也得益于并且可能主要得益于它具有诸多实际应用功能。逻辑在科学、工程学、认知心理学、语言学、传播学的发展中发挥了重要作用。逻辑作为创新的源泉，也切实推动了思想变革。.....

我们被逻辑包围，但却很少意识到其存在——我们经常在不自觉中应用逻辑。

因此，为了让人们充分认识到这一学科对于知识发展的重要意义，教科文组织宣布 1 月 14 日为“世界逻辑日”。之所以特地选择 1 月 14 日，是为了纪念二十世纪的两位逻辑学巨匠：库尔特·哥德尔 (Kurt Gödel)，去世于 1978 年 1 月 14 日，其不完全性定理改变了二十世纪逻辑研究的面貌；阿尔弗雷德·塔斯基 (Alfred Tarski)，出生于 1901 年 1 月 14 日，其理论与哥德尔的理论形成了对话。

北大与逻辑：德先生和赛先生的朋友逻先生也很重要

- 严复（译《穆勒名学》，《名学浅说》）
- 胡适（哥伦比亚大学）
- 章士钊（阿伯丁大学，《逻辑指要》，力推音译“逻辑”）
- 汪奠基（巴黎大学）
- 张申府（罗素铁粉）
- 金岳霖（哥伦比亚大学）
- 沈有鼎（哈佛、海德堡）
- 王宪钧（柏林、维也纳）
- 胡世华（维也纳、明斯特）
- 吴允曾（燕京大学哲学，数学，语言学）
- 马希文（力学，统计，计算机，语言学，音乐）
- 康宏逵（模态逻辑翻译《这本书叫什么》《哥德尔》）

目前逻辑学在北大主要分布于：哲学，数院，信科

北大的优势在于高水平的综合和交叉，给人的全面发展提供土壤。 38

北京大学逻辑、语言与认知中心 (logic.pku.edu.cn)



The screenshot shows the homepage of the Center for Logic, Language and Cognition at Peking University. The header features the university's logo and name in Chinese and English, along with the center's name. A search bar is located on the right. The main navigation menu includes Home, About, People, News, Admission, Teaching, Research, and Links. The content area is divided into three columns: News, Events, and Quick links. The News section displays a video player for a presentation titled 'Causal Reasoning and Modality: A New Perspective' by Zheng Ji. The Events section lists several dates and topics, such as '1月6日逻辑学专业博士研究生预答辩通知'. The Quick links section provides direct access to various resources, including the '《逻辑学前沿问题》本学年计划' and '北京大学哲学系逻辑学研究生手册'.

B 站: PKULOGIC space.bilibili.com/702260389

公众号: 数理哲学



相关信息

斜杠青年召集令——哲学系逻辑学双学位招生启事

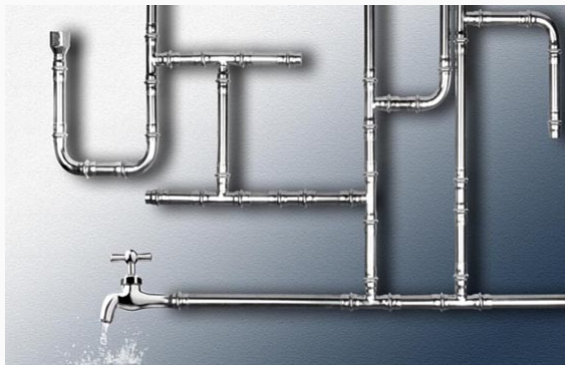


亲爱的北大同学，你是否既爱数学又迷哲学？既疼图灵又舍不得乔姆斯基？是不是也曾在文理间摇摆难于取舍？是不是总想理直气壮的刨根问底而不被周围的老师和同学视为“杠精”？如果你对上述某个问题的回答是肯定的话，现在又多了一个鱼与熊掌得兼的选择：哲学系逻辑学双学位。

相关信息



这个报告只能让大家有一些基本的概念



Learning it by constructing and using it for puzzles!

科普类参考书 (点击题目看具体信息)

- 熊明 《逻辑: 从三段论到不完全性定理》
- Graham Priest: *A Very Short Introduction to Logic*
- Martin Davis: *Engines of Logic: Mathematicians & the Origin of the Computer*, 中文版
- Logicomix, 中文版

入门教材类:

- 邢滔滔 《数理逻辑》
- 郝兆宽、杨睿之、杨跃 《数理逻辑: 证明及其限度》
- 赵希顺 《简明数理逻辑》
- 余俊伟, 赵晓玉, 裘江杰, 张立英 《数理逻辑》
- 文学锋 《模态逻辑教程》
- Open Logic Project