



哲学逻辑引论

张学立 董英东 等◎编著



科学出版社

013050918

2011年度国家社科基金西部项目：中西方必然推理比较研究——以《九章算术》
毕节学院科学研究基金项目(高层次人才科研启动基金)：哲学逻辑研究(G2012000
2011年毕节试验区人才基地重点产业、重点学科人才团队项目：逻辑与创新思维

B815
04



哲学逻辑引论

张学立 董英东 等◎编著



科学出版社



B815
04

312020810

图书在版编目 (CIP) 数据

哲学逻辑引论/张学立等编著. —北京: 科学出版社, 2013. 6

ISBN 978-7-03-037931-3

I. ①哲… II. ①张… III. ①哲理逻辑-研究 IV. ①B815

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 134233 号

责任编辑: 邹 聪 程 凤/ 责任校对: 李 影

责任印制: 赵德静 / 封面设计: 无极书装

编辑部电话: 010-64035853

E-mail: houjunlin@mail. sciencep. com

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

骏杰印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2013 年 6 月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2013 年 6 月第一次印刷 印张: 21

字数: 410 000

定价: 78.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

什么是哲学逻辑？一般认为，这个概念是由罗素最早提出来的。但是，这个词及和它密切关联的词“逻辑哲学”的频繁出现，却是20世纪60年代以后的事。迄今，学界对这个概念尚无统一界定。我们赞同哲学逻辑是逻辑的看法。当然，哲学逻辑不是一种特殊的逻辑，不是某种不同于数理逻辑、非形式逻辑、古典逻辑等或作过任何其他常见处理的逻辑。众所周知，逻辑主要是研究后承关系、有效推理的理论，哲学逻辑也概莫能外。

哲学逻辑的疆域在哪里？它包括哪些逻辑系统？这是关于哲学逻辑的范围问题。我们赞同罗·格勃尔（Lou Goble）的观点，应将其与语言哲学和逻辑哲学区别开来。当然，要对此作出严格的区分将是一件十分困难的事情。我们认为非经典逻辑是哲学逻辑的重要组成部分，经典逻辑是其重要基础（关于经典逻辑和非经典逻辑在本书第一章有简要介绍）。一般认为，哲学逻辑包括模态逻辑、时态逻辑、条件逻辑、道义逻辑、多值逻辑、相干逻辑、衍推逻辑、直觉主义逻辑、自由逻辑、量子逻辑、模糊逻辑、内涵逻辑等非经典逻辑系统。

哲学逻辑有何用？哲学逻辑是关于哲学的逻辑，哲学为其提供发展素材，它的许多成果可应用于哲学研究。哲学逻辑是逻辑学的重要组成部分，在哲学中有重要功能，同时在其他领域也发挥着重要作用，如知识表示、系统认证或人工智能方面，都是计算机科学发展必不可少的部分。哲学逻辑在计算机科学、认知科学、信息科学、博弈论、决策论及理论语言学领域有很重要的应用价值。

本书主要介绍哲学逻辑的重要基础——一阶逻辑和模态逻辑，我们称之为基础逻辑；重点讨论描述逻辑、模糊逻辑、非协调逻辑和认知逻辑；其他有关哲学逻辑的内容，我们将在今后出版的著作中予以介绍。

本书分为五部分。

第一章是基础逻辑，对逻辑的基本理论，如命题逻辑、谓词逻辑和模态逻辑进行了阐述，这些基础理论是构建其他逻辑系统的重要基础。同时，对命题逻辑、谓词逻辑和模态逻辑的产生、形成作了简要论述。

第二章是描述逻辑，介绍了描述逻辑的起源、描述逻辑的语法和语义、描述逻辑的推理和非标准推理，并对描述逻辑未来的发展进行了阐述。描述逻辑同计算机科学关系紧密，通常也和混合逻辑一起对概念进行研究，是一个较新的研究领域。这一章还说明了描述逻辑和模态逻辑、模糊逻辑和认知逻辑的联系。

第三章是模糊逻辑。不确定推理是近年来比较热门的研究课题。模糊逻辑是为了解决控制论、系统论和计算机科学所提出的新课题而产生的，该章对模糊逻辑的产生、研究对象和特点，以及研究模糊逻辑的意义和方法进行了阐述。同时讨论了模糊逻辑与模糊数学之间的关系，最后对模糊概念、模糊命题和模糊推理等相关知识进行了阐释。

第四章是弗协调逻辑。逻辑系统通常是不允许有矛盾出现的，有些时候可以通过限制矛盾的使用范围来取消矛盾律的普遍有效性。弗协调逻辑就是一种能够容纳矛盾但从矛盾不能推出一切的足道的逻辑理论。该章对弗协调逻辑的特征、产生和发展，以及科斯塔的弗协调逻辑系统进行了详细的论述，最后阐述了弗协调逻辑同道义逻辑、相干逻辑、辩证逻辑、时态逻辑等结合而形成的新逻辑系统。

第五章是认知逻辑。认知逻辑主要是关于知识推理的逻辑。随着现代模态逻辑的发展，通过运用计算机科学的相关理论逐步形成了动态认知逻辑，动态认知逻辑和信息科学、概率逻辑相结合，是博弈论、决策论中的重要基础理论，同时也在经济学领域发挥着重要作用。该章对认知逻辑、动态逻辑、公开宣告逻辑，以及动态认知逻辑及其完全性的证明等知识进行了详细的讨论。

在完成本书的过程中，我们参考了部分中外学者的相关论著。在此，谨向王宪均、周礼全、张清宇、王雨田、宋文坚、王路、桂起权、弓肇祥、陈慕泽、陈波、周北海、王驹、张惠民、杨武金、杜国平、刘奋荣、蒋运承、李树琦、唐素勤等师友、学者及我们参阅过其论著的海外学者表示衷心的感谢！

哲学逻辑还有很多重要分支，同时也有大量的问题值得关注，由于篇幅所限，本书并未一一加以讨论。

张学立教授负责全书的统稿工作，董英东博士、曹发生博士协助统稿，编写组的其他成员编写了有关章节并参与了全书的讨论。各章具体分工如下：

前言		张学立	
第一章	基础逻辑	张学立	陈锐
第二章	描述逻辑	曹发生	
第三章	模糊逻辑	张家锋	
第四章	弗协调逻辑	张学立	王祥兵
第五章	认知逻辑	董英东	

本书旨在为对哲学逻辑感兴趣的学者及其他读者提供参考，感谢邹聪编辑为此所付出的辛劳。

由于编者水平有限，书中疏漏之处在所难免，恳请读者批评指正。

张学立

2013年2月

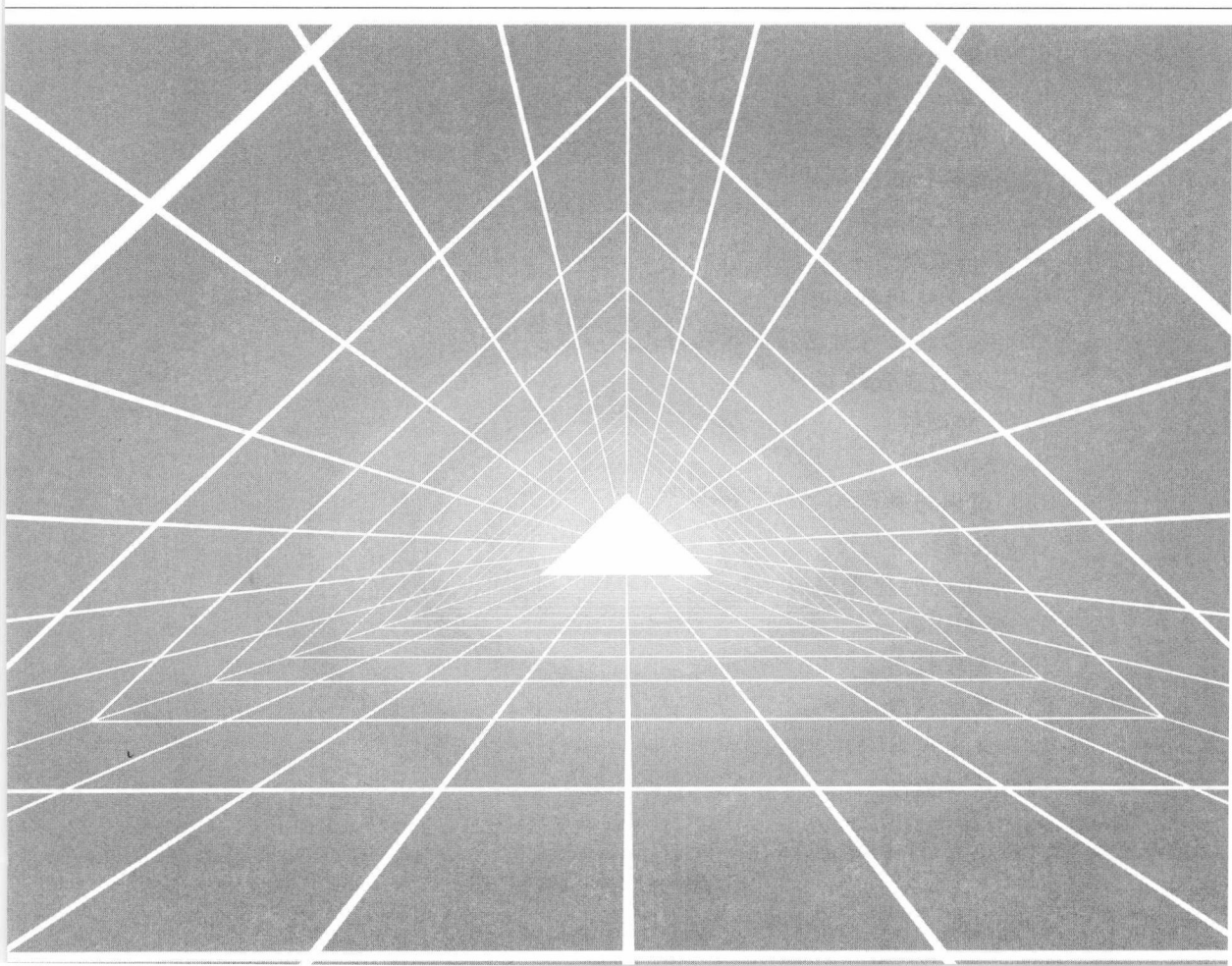
CONTENTS 目 录

前言	i
第一章 基础逻辑	1
第一节 基础逻辑概述	2
第二节 命题逻辑	7
第三节 谓词逻辑	54
第四节 模态逻辑	101
第二章 描述逻辑	117
第一节 描述逻辑的语法与语义	118
第二节 描述逻辑的非标准推理	137
第三节 描述逻辑的扩展	146
第三章 模糊逻辑	155
第一节 模糊逻辑概述	156
第二节 模糊逻辑的研究对象和特点	157
第三节 研究模糊逻辑的意义和方法	158
第四节 模糊数学相关知识	160
第五节 模糊概念	169
第六节 模糊命题	175
第七节 模糊推理	181
第四章 弗协调逻辑	210
第一节 弗协调逻辑概述	211
第二节 弗协调逻辑的基本特征	212
第三节 弗协调逻辑的产生和发展	214
第四节 科斯塔的弗协调逻辑系统	218

第五节 弗协调逻辑的其他分支	230
第五章 认知逻辑	245
第一节 认知逻辑概述	246
第二节 动态逻辑	253
第三节 动态认知逻辑	273
第四节 公开宣告逻辑	288
第五节 动态认知逻辑的完全性	291
主要参考文献	323

第一章

基础逻辑



第一节 基础逻辑概述

一、基础逻辑

基础逻辑不是指某一种具体的逻辑系统，而是指现代逻辑的经典部分：一阶逻辑和模态逻辑。一阶逻辑指狭谓词逻辑，命题逻辑是其重要基础。基础逻辑对构建许多重要的哲学逻辑系统具有重要作用。为更好地理解基础逻辑，我们先来考察雷切爾（N. Rescher）关于逻辑学的分类。他在1968年出版的《哲学逻辑论集》（*Topics in Philosophical Logic*）中给出一个逻辑学分类体系：

（一）基本逻辑

1. 传统逻辑

1) 亚里士多德逻辑

（1）直言命题理论

（2）直接推理

（3）三段论逻辑

2) 其他发展

（1）中世纪的推理理论

（2）观念论逻辑对思维规律的讨论

2. 正统的现代逻辑

1) 命题逻辑

2) 量化逻辑

（1）谓词逻辑

（2）关系逻辑

3. 非正统的现代逻辑

1) 模态逻辑

（1）真理模态

（2）物理模态

（3）义务模态

（4）认识模态

2) 多值逻辑

3) 非标准蕴涵系统

- (1) 严格蕴涵
 - (2) 直觉主义命题逻辑
 - (3) 制约与相关蕴涵
 - (4) 关联蕴涵
- ### 4) 非标准量化系统

(二) 元逻辑

1. 逻辑语形学

2. 逻辑语义学

1) 基本语义学

2) 模型论

3) 特殊论题

(1) 定义理论

(2) 词项理论

(3) 描述理论

(4) 同一性理论

(5) 存在逻辑

(6) 信息和信息处理的逻辑

3. 逻辑语用学

1) 逻辑语言学与自然语言的逻辑理论

2) 修辞分析

3) 语境蕴涵

4) 非形式谬误理论

5) 逻辑的非正统应用

4. 逻辑语言学

1) 结构(或形态)理论

2) 意义理论

3) 有效性理论

(三) 数学的发展

1. 算术方面

1) 可计算性理论

2) 计算机程序设计

2. 代数学方面

1) 布尔代数

- 2) 格论逻辑
- 3. 函数论方面
 - 1) 递归函数
 - 2) λ 变换
- 3) 组合逻辑
- 4. 证明论
- 5. 概率逻辑
- 6. 集合论
- 7. 数学基础

(四) 科学的发展

- 1. 物理学应用
 - 1) 量子逻辑
 - 2) 物理或因果模态理论
- 2. 生物学应用
 - 1) 伍德格尔的独特发展
 - 2) 控制论逻辑
- 3. 社会科学应用
 - 1) 规范逻辑
 - 2) 评价逻辑
 - 3) 法律上的应用

(五) 哲学的发展

- 1. 伦理应用
 - 1) 行为逻辑
 - 2) 义务逻辑
 - 3) 命令逻辑
 - 4) 优选逻辑
- 2. 形而上学应用
 - 1) 存在逻辑
 - 2) 时序逻辑
 - 3) 部分与整体逻辑
 - 4) 莱斯涅夫斯基的本体论逻辑
 - 5) 结构主义逻辑
 - 6) 本体论

3. 认识论应用

1) 问题逻辑

2) 认识论逻辑

3) 假设逻辑

4) 信息与信息处理逻辑

5) 归纳逻辑

4. 归纳逻辑

1) 证据、确证、接受的逻辑

2) 概率逻辑

该体系显示, 本节讨论的基础逻辑因其基础性而被雷切尔列在基本逻辑条目之下。

二、命题逻辑、谓词逻辑和模态逻辑

基础逻辑中的命题逻辑亦称命题演算, 是指研究由简单命题和联结词构成的命题之间的逻辑关系及推理规律的逻辑演算理论。其显著特点是在研究推理时, 把其中的命题只分析到简单命题为止。谓词逻辑亦称谓词演算, 它是把简单命题作进一步分解, 分析出其中的个体词、谓词和量词等成分, 然后在此基础上研究命题的形式结构和推理规律的逻辑演算理论。谓词逻辑有广义和狭义之分, 在狭义的谓词逻辑中, 量词仅作用于个体变项, 而在广义的谓词逻辑中, 量词不仅作用于个体变项, 还要作用于命题变项和谓词变项。

基础逻辑中的模态逻辑是研究由模态词“必然”、“可能”所构成的模态命题及其推理系统。“必然”、“可能”是模态逻辑的基本概念。涉及模态概念的命题就是模态命题, 以模态命题为前提或结论的推理就是模态推理。

三、经典逻辑和非经典逻辑

命题逻辑和狭谓词逻辑合称经典逻辑, 而模态逻辑则是非经典逻辑家族中的一员。经典逻辑是指从弗雷格 (G. Frege)、罗素 (B. Russell) 等到哥德尔 (K. Godel) 的逻辑, 其主要内容即前述命题逻辑和狭谓词逻辑。经典逻辑以传统的亚里士多德 (Aristotle) 逻辑为基础, 重在外延和演绎方面的形式化研究。虽然它的基础范围是古典的, 但其实际内容已远远超出了亚里士多德逻辑的疆域。建立经典逻辑最直接的动因是为经典数学建立可靠的基础。但是, 经典逻辑不能给所有的数学真理作出逻辑论证。也就是说, 经典逻辑只能满足论证复杂性等于或小于经典逻辑系统的那些系统中的定理证明的需要。经典逻辑具有

若干固有的逻辑特征：外延逻辑，二值（真、假）逻辑，以实质蕴涵为其有效性推理的基础，推理的保真性，适用于排中律和矛盾律，不含模态词，基于离散性的分析，等等。由此可见，经典逻辑有一定的适用范围。

非经典逻辑是在经典逻辑基础上发展起来的逻辑演算系统。经典逻辑不是普遍适用的，有其局限性。为克服其局限性，自 20 世纪 20 年代以来，人们逐步建立了许多非经典逻辑系统。非经典逻辑主要是指至少有一个逻辑特征不同于经典逻辑的现代逻辑系统，如模态逻辑、时态逻辑、条件逻辑、道义逻辑、多值逻辑、相干逻辑、衍推逻辑、直觉主义逻辑、自由逻辑、量子逻辑、模糊逻辑、内涵逻辑，等等。

四、现代逻辑

经典逻辑和非经典逻辑称为现代逻辑。现代逻辑是相对于传统逻辑而言的。传统逻辑主要是指传统形式逻辑。传统形式逻辑发轫于公元前 4 世纪古希腊的亚里士多德逻辑。现在流行的传统形式逻辑主要是指亚里士多德的词项逻辑、斯多葛学派（Stoic School）的古典命题逻辑，以及产生于近代的培根（F. Bacon）、穆勒（J. S. Mill）的古典归纳逻辑。现代逻辑是传统逻辑的现代发展。

现代逻辑肇始于 17 世纪末莱布尼茨（G. W. Leibniz）提出的“普遍符号语言”、推理演算和思维机械化的思想。此前，笛卡儿（R. Descartes）认为可以有一种普遍适用的方法来解决各种科学问题，即所谓“普遍的数学”，霍布斯（T. Hobbes）提出“逻辑是概念与定义的加减”。但是，笛卡儿和霍布斯都没有建立起新的逻辑。莱布尼茨最早作出这方面的尝试，提出逻辑改革的新构想。这一设想的主要内容是：创立一套通用语言，以消除现存语言的局限性和不规则性；设计一套推理的普遍演算，用以处理通用语言，规定变换规则和运算规则，使逻辑能按确定的办法进行演算。这些思想他本人没有实现，直到 19 世纪，布尔（G. Boole）建立了逻辑代数（布尔代数），才把莱布尼茨的构想初步变成了现实。布尔代数成为数理逻辑的早期形式。同一时期，德·摩根（A. De Morgan）建立了关系逻辑。其后，弗雷格把初等数论和集合论等方法运用到逻辑上，使现代逻辑取得了较大的突破，建立了第一个初步自足且较为严格的命题逻辑和谓词逻辑系统。20 世纪初，罗素、怀特海（A. N. Whitehead）在弗雷格等人工作的基础上，建立了一个完全的命题逻辑和谓词逻辑系统，极大地推动了现代逻辑的发展。罗素、怀特海的这一重大成果集现代逻辑之大成，被誉为现代逻辑发展的金字塔。20 世纪现代逻辑的发展还有三项重大的研究成果：一是哥德尔不完备性定理；二是塔尔斯基（A. Tarski）关于形式语言

的真理论；三是图灵（A. M. Turing）的图灵机及其应用理论。这三大成果标志着现代逻辑已发展到一个新阶段。近几十年来，由于计算机科学发展的促动，逻辑学的“算术部分”，如算法理论、递归函数论和可计算性等，有力地推动了现代逻辑的进一步发展。新近现代逻辑的研究又取得不少新突破，本书不打算一一介绍。从逻辑学的整个发展历程看，现代逻辑不仅直接影响自然科学的发展，而且还关涉社会科学的进步。

本书讨论的哲学逻辑属现代逻辑，主要指现代逻辑中的非经典部分，基础逻辑对其发展有重要作用。

第二节 命题逻辑

第一节已对命题逻辑作了简要介绍，并且指出命题逻辑是指研究由简单命题和联结词构成的命题之间的逻辑关系及推理规律的逻辑演算理论。其主要特点是在研究推理时，把其中的命题只分析到简单命题为止。本节将对命题逻辑的基础理论、演算系统和元逻辑问题进行讨论。

一、命题逻辑的基础理论

（一）命题概述

1. 命题的定义

根据现代逻辑的观点，命题是指具有唯一真值的语句。在二值逻辑中，真值是指语句或真或假的性质。当一个语句为真时，其真值为真；当一个语句为假时，其真值为假。命题的真值可简称为命题的值。

逻辑学的中心任务是研究推理。命题是推理的基本要素，要进行推理，首先要判定一个语句是否为命题。一般来讲，陈述句、反诘问句表达命题，疑问句、感叹句、祈使句不表达命题，举例如下。

例 1.1

- （1）哥德尔是逻辑学家。
- （2）有些物体不是导体。
- （3）哪有事物是绝对不变的呢？
- （4）罗素是逻辑学家，又是数学家。

- (5) 李非是哲学家,或者是文学家。
 (6) 如果滥发纸币,那么货币就会贬值。
 (7) 你好吗?
 (8) 请勿吸烟!

根据我们对命题的规定,可知(1)~(6)是命题,(7)、(8)不是命题。

2. 简单命题与复合命题

根据命题是否含有联结词,可将其分为简单命题和复合命题。简单命题是指不再以其他命题作为其组成部分的命题。复合命题是指以其他命题作为其组成部分的命题。

例 1.1 中的命题(1)~(3)是简单命题,没含有任何命题联结词;(4)~(6)是复合命题,它们分别含有命题联结词“并且”、“或者”、“如果……那么……”。复合命题由命题联结词和支命题组成。支命题可以是简单命题,也可以是复合命题。

(二) 命题的真值联结词与命题符号化

命题的真值联结词是对日常语言所表达的联结词的一种抽象,日常语言联结词抽象为真值联结词后,只保留对命题真值的刻画,即它刻画并且只刻画简单命题和由其构成的复合命题之间的真假关系。在命题逻辑中,常用的真值联结词如下:“并非($\neg$)”、“并且($\wedge$)”、“或者($\vee$)”、“如果……那么……($\rightarrow$)”、“当且仅当($\leftrightarrow$)”。它们分别被称做否定词、合取词、析取词、蕴涵词、等值词。

我们用大写字母 $A, B, C, \dots$ 表示简单命题,运用以上这些最通用的命题联结词可把复合命题符号化为

并非 A	$\neg A$
A 并且 B	$A \wedge B$
A 或者 B	$A \vee B$
如果 A 那么 B	$A \rightarrow B$
A 当且仅当 B	$A \leftrightarrow B$

下面将利用真值表对这些联结词符号的意义作精确定义。

根据上表中的表达方式,例 1.1 中的三个复合命题(4)~(6)相应地可符号化为

$$\begin{aligned} & A \wedge B \\ & C \vee D \\ & E \rightarrow F \end{aligned}$$

其中, A 表示“罗素是逻辑学家”, B 表示“罗素是数学家”; C 表示“李非是哲

学家”， D 表示“李非是文学家”； E 表示“滥发纸币”； F 表示“货币贬值”。

注意：当一个复合命题按这种方式用符号表示后，留下的仅仅是一个逻辑框架，一个纯粹的命题形式（何为命题形式下面将进行分析），它可能为若干不同的命题所共有。这样我们能够精确地研究推理，因为推理（演绎推理）只能用不依赖于自身意义的命题形式进行分析。

（三）命题形式与合式公式

1. 命题形式

任何命题都有内容和形式两个方面。命题内容是指命题所反映的事物情况，命题形式是指命题内容的联系方式。逻辑学研究命题，主要是研究命题形式和它们之间的逻辑关系，而不考虑命题所表达的具体内容。逻辑学把命题形式中不变的部分称做命题常项；把命题形式中可变的，即可以表示具体内容的部分称做命题变项。例 1.1 中的命题（6）：“如果滥发纸币，那么货币就会贬值。”其命题形式为“如果 C ，那么 D ”，亦可表示为“ $C \rightarrow D$ ”，其中，“如果……那么……”或“ $\rightarrow$ ”是命题常项， C 、 D 是命题变项。在现代逻辑中，命题形式就是指符号化的命题表达式，它给出了命题的形式结构，确定了复合命题与其中的命题（常项或变项）之间的逻辑关系。命题形式也称真值形式，它是由命题常项或真值联结词、命题变项等组成的符号串，但并非所有符号串都是命题形式。例如， $p \neg$ ， $\rightarrow AB$ 等就不是命题形式。什么样的符号串才是命题形式呢？我们对此给出如下定义。

命题形式的定义：一个符号串当且仅当它是合式公式时才是命题形式。

那么，什么是合式公式呢？下面将讨论这个问题。

2. 合式公式

合式公式的定义如下。

定义一： $p, q, r, \dots, p_i, q_i, r_i, \dots, 1, 0$ ($i=1, \dots, n$) 是合式公式。

定义二：如果 A, B 是合式公式，则 $(\neg A)$ ， $(A \wedge B)$ ， $(A \vee B)$ ， $(A \rightarrow B)$ ， $(A \leftrightarrow B)$ 也是合式公式。

定义三：只有有限次地应用定义一、定义二构成的符号串才是合式公式。

合式公式可简称为公式。为了书写方便，我们约定：公式 $(\neg A)$ 的括号及任一公式最外层的括号都可以省略。

在合式公式的定义中我们引进了 A, B, C 这几个符号，它们表示的是任意的公式，而不是具体的公式，这些符号称做元语言符号。符号 $p, q, r, p \rightarrow q$ 等表示的是具体的命题形式，即具体的公式，称它们为对象语言符号。对象语言是指用来描述研究对象的语言，元语言是指用来描述对象语言的语言，二者是不同研究层次上的语言。