

第一章 关于逻辑自身的思考

一、广义的逻辑与狭义的逻辑

什么是逻辑？要清楚明确地回答这一问题，要将各种各样冠以“逻辑”的学科都统一在一个明确清晰的“逻辑”的定义之下，这是很困难的，甚至是不可能的。

我们不妨先对逻辑发展史作一简单考察。

在西方，公元前 4 世纪，古希腊哲学家亚里士多德（Aristotle）集其前人研究之大成，写成了逻辑巨著《工具论》（由亚氏的六部著作汇编而成：《范畴篇》、《解释篇》、《前分析篇》、《后分析篇》、《论辩篇》、《智者的驳辩篇》）。虽然在亚氏的著作中他并没有明确地使用“逻辑”这一名称，也没有明确地以“逻辑”这一术语命名其学说，但是，历史事实是，亚氏使形式逻辑从哲学、认识论中分化出来，形成了一门以推理为中心，特别是以三段论为中心的独立的科学。因此，可以说，亚里士多德是形式逻辑的创始人。

亚氏之后，亚里士多德学派即逍遥学派和斯多葛学派都以不同形式发展了亚氏的形式逻辑理论——逍遥学派的泰奥弗拉斯多（Theophrastus）和欧德摩斯（Eudemus）给亚里士

多德逻辑的推理形式增补了一些新的形式与内容，提出了命题逻辑问题，斯多葛学派克里西普斯（Chrysippus）等人则构造了一个与亚里士多德词项逻辑不同的命题逻辑理论。

弗兰西斯·培根（Francis Bacon）是英国近代唯物主义哲学家，也是近代归纳逻辑的创始人，他在总结前人归纳法的基础上，在批判了经院逻辑和亚里士多德逻辑之后，以其古典归纳逻辑名著《新工具论》为标志，奠定了归纳逻辑的基础。

18—19 世纪，德国古典哲学家康德（I. Kant）、黑格尔（G. W. F. Hegel）等，对人类思维的辩证运动与发展进行了深入研究，建立了另一种新的思辨逻辑——我们谓之辩证逻辑。

与此同时，以亚里士多德逻辑为基础的形式逻辑在发展与变化中也进入了新的阶段——数理逻辑阶段。数理逻辑也称符号逻辑，或谓狭义的现代逻辑，它的奠基人可以认为是德国哲学家、数学家莱布尼茨（G. W. Leibniz），他主张建立“表意的、普遍的语言”来研究思维问题，使推理的有效性可以用数学方法来进行。莱氏之后，经过英国数学家、哲学家、逻辑学家汉米尔顿（W. Hamiltom）、德摩根（A. De Morgan）的研究，1847 年，英国数学家布尔（G. Boole）建立了逻辑代数，这是第一个成功的数理逻辑系统。1879 年，德国数学家、逻辑学家弗雷格（G. Frege）在《概念文字——一种模仿算术语言构造的纯思维的形式语言》这部 88 页的著作中发表了历史上第一个初步自足的、包括命题演算在内的谓词演算公理系统，从而创建了现代数理逻辑。之后，

英国哲学家、逻辑学家罗素 (B. Russell) 和怀特海 (A. N. Whitehead) 于 1910 年发表了三大卷的《数学原理》，建立了带等词的一阶谓词系统，从而使得数理逻辑成熟与发展起来了。

以上讲的数理逻辑，它的核心是两个演算——命题演算与谓词演算，也称之为现代形式逻辑或狭义的现代逻辑。在当代，以现代逻辑为基础，将现代逻辑应用于各个领域、各个学科，从而出现了广义的各种各样的现代逻辑分支。美国逻辑学家莱斯彻 (N. Rescher) 在谈到现代逻辑的发展时，给出了一幅关于现代逻辑应用于各个领域及学科的“现代逻辑地图”。

一、基本逻辑

(一) 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 其他的发展：

(1) 中世纪的后件理论

(2) 唯心主义逻辑与思维规律的讨论

(二) 正统现代逻辑

1 命题逻辑

2、量化逻辑

3、谓词逻辑

4、关系逻辑

(三) 非正统现代逻辑

1、模态逻辑

(1) 真理逻辑

(2) 物理逻辑

(3) 义务逻辑

(4) 认识逻辑

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) 限定与相关蕴涵

(4) 联系蕴涵

4、非标准量化系统

二、元逻辑

(一) 逻辑语形学

(二) 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) 存在理论

(6) 信息与信息处理逻辑

(三) 逻辑语用学

1、逻辑语言学及自然语言的逻辑理论

2、修辞分析

3、语境蕴涵

4、非形式的错误理论

5、逻辑的非正统应用

(四) 逻辑语言学

1、结构理论

2、意义理论

3、有效性理论

三、数学发展

(一) 算术方面

1、算法

2、可计算性理论

3、计算机程序设计

(二) 代数方面

1、布尔代数

2、格论逻辑

(三) 函数论方面

1、递归函数

2、 λ 转换

3、组合逻辑

(四) 证明论

(五) 概率逻辑

(六) 集合论

(七) 数学基础

四、科学发展

(一) 物理学应用

1、量子逻辑

2、“物理”或“因果”模态的理论

(二) 生物学应用

1、伍杰式发展

2、控制论逻辑

(三) 社会科学应用

1、规范逻辑

2、评价逻辑

3、法律应用

五、哲学发展

(一) 伦理应用

1、行为逻辑

2、义务逻辑

3、命令逻辑

4、优先与选择逻辑

(二) 形而上学应用

1、存在逻辑

- 2、时序逻辑
- 3、整体与部分的逻辑
- 4、列斯涅夫斯基的本体论逻辑
- 5、构造主义逻辑
- 6、本体论

(三) 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

(四) 归纳逻辑

- 1、证据与确证、接受的逻辑
- 2、概率逻辑^①

从以上对古代、近代、现当代逻辑学发展的简单考察可以看出，从历史来看，逻辑的范围是十分广泛的，它至少包括了以亚里士多德逻辑为基础的传统演绎逻辑、以数理逻辑为核心及基础的现代逻辑及其分支、归纳逻辑、辩证逻辑等等，而这些逻辑相互之间的特性又是十分不同甚至十分对立的，所以，要用一个明确的定义把这些历史上所谓的逻辑都包含进去，确实是很难的。事实上，“逻辑”一词是可以有不同层次和涵义的，有广义与狭义之分。

^① 莱斯彻 (N. Rescher) : 《哲学逻辑论集》 (*Topics in Philosophical Logic*), D.Reidel Publishing Company, 1981 年版, 第 6—9 页。

英国逻辑学家哈克 (S. Haack) 在谈到逻辑的范围时，认为逻辑是一个十分庞大的学科群，其分支主要包括如下：

- 传统逻辑：亚里士多德的三段论
- 经典逻辑：二值的命题演算与谓词演算
- 扩展的逻辑：模态逻辑
 - 时态逻辑
 - 道义逻辑
 - 认识论逻辑
 - 优选逻辑
 - 命令句逻辑
 - 问题逻辑
- 异常的逻辑：多值逻辑
 - 直觉主义逻辑
 - 量子逻辑
 - 自由逻辑
- 归纳逻辑^①

在这里，哈克所谓的“扩展的逻辑” (Extended Logic)，是指在经典的命题演算与谓词演算中增加一些相应的公理、规则及其新的逻辑算子，使其形式系统扩展到一些原为非形式的推演，由此而形成的不同于经典逻辑的现代逻辑分支；

^① 哈克 (S. Haack)：《逻辑哲学》 (*Philosophy of Logics*)，Cambridge University Press，1978 年版，第 4 页。

至于“异常的逻辑” (Deviant Logic)，则是指其形成过程一方面使用与经典逻辑相同的词汇，但另一方面，又对经典逻辑的公理与规则进行了限制甚至根本性的修改，从而使之脱离了经典逻辑的轨道的那些现代逻辑分支。

就我来说，我比较同意哈克对逻辑的这种较为简明而又清楚分类，以她的上述分类为基础，我认为从逻辑学发展的历史与现实来看，逻辑是有不同的涵义的，因此，逻辑的范围是有宽有窄的：首先，逻辑指经典逻辑，即二值的命题演算与谓词演算，这是最“标准”、最“正统”的逻辑，也是最狭义的逻辑；其次，逻辑还包括现代非经典逻辑，也叫哲学逻辑，即哈克所讲的扩展的逻辑与异常的逻辑；再次，逻辑还包括传统演绎逻辑，它是以亚里士多德逻辑为基础的关于非模态的直言命题及其演绎推理的直观理论，其主要内容一般包括词项（概念）、命题、推理、证明特别是三段论等。此外，逻辑还可以包括归纳逻辑（包括现代归纳逻辑与传统归纳法）、辩证逻辑。我认为，将逻辑局限于经典逻辑、非经典逻辑，这就是狭义的逻辑，而将逻辑包括传统逻辑、归纳逻辑与辩证逻辑，则是广义的逻辑。以这一取向为标准，我认为，狭义的逻辑基本上可以对应于“逻辑是研究推理有效性的科学，即如何将有效的推理形式从无效的推理形式中区分开来的科学”这一定义，而广义的逻辑则可以基本上对应于“逻辑是研究思维形式与思维基本规律的科学”这一定义。在本书中，我将讨论与研究的逻辑主要是指狭义的逻辑以及传统逻辑（我将把经典逻辑与非经典逻辑统称为现代逻辑，

而将传统演绎逻辑简称为传统逻辑)。

与上面的观点相对应，我认为，站在今天现代逻辑的角度，从现代逻辑的眼光来看，逻辑学的发展是多层面的。

二、逻辑学发展的多层面性

20 世纪以来，现代逻辑获得了飞速发展，它发展的一个重要特点就是向各个领域高度渗透、与各门学科高度结合从而使逻辑学的发展呈现出多层面性。

(一) 传统逻辑、经典逻辑与非经典逻辑

传统逻辑、经典逻辑与非经典逻辑分别是英文 Traditional Logic, Classical Logic, No-Classical Logic 的中译，将逻辑学分成这三个不同的层面，主要是根据逻辑学的不同发展阶段及研究内容。

一般地说，我们把以亚里士多德的《工具论》中所讨论的诸逻辑问题为基础的、经过各个时期的逻辑学家不断修改、完善而流传至今的逻辑体系谓之“传统逻辑”。具体地说，传统逻辑是相对于现代逻辑而言的，它是指 19 世纪中叶数理逻辑产生以前所通行的演绎逻辑理论。由于历史上逻辑学家们从很早开始就提出了各种各样的理论与著述，而晚近的传统逻辑著作又在某些观点上与数理逻辑一致，因此，传统逻辑的内容与范围并不十分确定，可以大致地说，传统逻辑一般

都包括概念（词项）、命题（判断）、推理、证明特别是三段论，它主要是关于非模态的直言命题及其演绎推理的直观理论。

经典逻辑，也叫标准逻辑，它是为了克服传统逻辑之不足，在现代产生的一种新的逻辑，是传统逻辑的现代发展阶段。经典逻辑的主要内容是指由弗雷格和罗素所建立的数理逻辑演算，即命题演算和谓词演算。狭义的现代逻辑就指经典逻辑。

站在现代逻辑的高度，可以看出传统逻辑的如下不足：第一，传统逻辑对思维形式特别是推理的研究，使用的是日常语言或自然语言，这种研究对于帮助人们的日常思维和不太发达的科学活动是有益的。但是，由于其视野不宽，研究方法比较直观朴素，特别是其中的元语言与对象语言不分，因此，处理与解决问题的能力有限，研究结果不精确、不严密。第二，传统逻辑的主要内容是三段论，而关于复合命题及其推理部分则只满足于列举若干命题与推理形式，内容简单、不成系统。同时，传统逻辑没有涉及关系命题与关系推理，将一切命题均归为主谓式，这就使得它的真正的逻辑内容较为狭窄贫乏，逻辑包容量极少。第三，传统逻辑没有与传统哲学认识论完全分离，其中夹杂了许多传统哲学认识论的内容。

不同于传统逻辑，经典逻辑的产生就是为了克服传统逻辑之不足，所以，经典逻辑使用的是特制的符号语言或人工语言，并且严格区分了元语言与对象语言。因此，经典逻辑

实现了形式化，形成了形式系统——一般地说，所谓把某一学科理论形式化，是指把该理论实际上就是其语言完全符号化，亦即把该语言的语句都表示成特制的符号公式，通过所谓形成规则和变形规则对其中的一切符号的性质和用法都给予明确的规定，使得可以完全撇开其符号公式的意义（内容）而只凭它们的外观形式和结构来处理和研究，这样所得到的纯符号系统就叫形式系统，既是公理化又是形式化的系统通称形式系统。^① 由于经典逻辑的形式化特点，所以，与传统逻辑相比，经典逻辑一方面较传统逻辑的研究要精确、严密得多，另一方面，它的逻辑包容量大大增强，处理逻辑问题的能力大大提高。

相对于“经典逻辑”这一概念，又出现了“非经典逻辑”这一概念。我们知道，经典逻辑是建立在实质蕴涵之上的真值函项的二值逻辑，因此，经典逻辑具有两个根本性的特征，其一是它的真假二值性，其二则是其真值函项性。我们把在经典逻辑基础上发展起来的哈克所谓的“扩展的逻辑”与“异常的逻辑”统称为非经典逻辑，也叫非标准逻辑。

从传统逻辑到经典逻辑再到非经典逻辑的道路，也就是逻辑从传统到现代的发展历程，它显示了逻辑科学不断发展、更新、改进的道路，也显示了逻辑研究不断深化的过程。

^① 宋文淦：《符号逻辑基础》，北京师范大学出版社，1993年版，第21页。

（二）元逻辑、理论逻辑与应用逻辑

逻辑学既是一门基础理论科学，也是一门应用性很强的应用科学。从逻辑学兼具理论科学和应用科学这一性质入手，我们可以将逻辑确切地分成纯逻辑与应用逻辑两大层面，这种分法近似于纯数学与应用数学的区分。可以说，纯逻辑制定出一系列完全抽象的机械性装置（例如三段论、公理、推导规则等），它们只展示推理论证的结构而不与某一具体领域或学科挂钩，是“通论”性的，应用逻辑则是将纯逻辑理论应用于某一领域或某一主题，从而将这一具体主题与纯逻辑理论相结合形成的特定的逻辑系统，它相当于逻辑的某一“分论”。从这一意义上讲，传统逻辑与经典逻辑都属于纯逻辑，而各种非经典逻辑分支则基本上都属于应用逻辑。

在纯逻辑这一层面上，还有一种较为特殊的逻辑，即元逻辑，元逻辑是以逻辑本身为研究对象的元理论，是关于“逻辑的逻辑”，它是刻画、研究逻辑系统形式面貌与形式性质的逻辑学科，研究诸如逻辑系统的一致性、可满足性、完全性等等。因此，元逻辑本身也是逻辑，是一种超越逻辑（对象逻辑）的逻辑。

这样，我们可以将纯逻辑再分成元逻辑与理论逻辑，理论逻辑也就是指元逻辑之外的纯逻辑部分，它是逻辑学的主体部分与基础部分。

以上面的论述为基础，我们便可以将逻辑分成元逻辑、理论逻辑与应用逻辑三个层面。

谈到应用逻辑，我认为有必要谈一谈“应用逻辑”与“逻辑的应用”之间的关系。目前在我国逻辑界，也出现了逻辑应用研究的高潮，很多的逻辑学者将逻辑理论应用于各个具体领域，形成了诸如“经济逻辑”、“法律逻辑”、“刑侦逻辑”、“诉讼逻辑”等等学科。这当然是一种可喜现象，但是，我认为，这些研究都还只是属于逻辑的应用而不是真正的应用逻辑。

这也就是说，应用逻辑与逻辑的应用是有区别的。依我看，它们的区别主要在于：逻辑的应用强调的是“应用”，而应用逻辑则要求形成系统的“逻辑”，因此，只要是将逻辑原理（不管是系统的还是零散的）应用于某一学科或某一领域或某一个具体问题，均可谓之逻辑的应用。但应用逻辑则不同，首先，它要求将逻辑原理（主要是现代逻辑理论）系统地而非零散地应用于某一学科或领域，其次，它要求在应用中形成逻辑系统特别是形式系统。因此，一门真正的应用逻辑，必须是一严格意义下的现代逻辑分支，它应该是现代逻辑而非传统逻辑的。

基于这一认识，可以说，逻辑的应用是应用逻辑的一个较低层次，而应用逻辑则是逻辑的应用的高级阶段或完成阶段，任何应用逻辑都是逻辑的应用，但并非任何逻辑的应用都可以称之为应用逻辑。

（三）外延逻辑、内涵逻辑与语言逻辑

从狭义的角度来看，逻辑是研究推理的，推理的内容要

靠推理形式来体现，而推理形式又要通过语言来表达、外化。因此，逻辑学研究推理，首先就必须研究表达推理的语言，即语言表达式的意义。

传统逻辑与经典逻辑对语言表达式（词或句子）意义的研究基本上停留在表达式的外延上，即认为表达式的外延就是表达式的意义（如认为词的意义就是词的所指，句子的意义就是其真值），因此，它们都是外延逻辑。外延逻辑的一个最大特点就是其中等值置换规则与同一置换规则成立。所谓等值置换规则，是指认为语句的外延就是语句的真值，当某个语句的一部分用具有同样的外延组有不同涵义的等价表达式去替换时，该语句的真值保持不变。所谓同一置换规则，是指若两个表达式的外延相同，则从其中之一具有某种性质，可以推出其中另一个也具有某种性质。^①

由于外延逻辑考虑表达式的意义时只涉及表达式的外延，这就使得有些问题难以解决，以至产生悖论。例如，古代逻辑学者斯多亚派提出的“厄勒克特拉悖论”就说明了这一点。该悖论的情节是：奥列斯特回家了，厄勒克特拉却不认识他，虽然她知道奥列斯特是她的哥哥：

前提：厄勒克特拉不知道站在她面前的这个人她的哥哥，
厄勒克特拉知道奥列斯特是她的哥哥，

^① 陈波：《意义理论在逻辑学中的重要地位》，载《求索》，1989年第3期。

站在她面前的人就是奥列斯特，
结论：厄勒克特拉既知道又不知道这个人是她的哥哥。

这个悖论说明，在思维中，如果只把语言表达式的外延当作其惟一的意义，则一旦涉及像“知道”、“认识”、“相信”等涉及表达式的内涵的谓词，则外延逻辑的等值置换与同一置换规则就可能失效。此外，如果像外延逻辑那样只考虑表达式的外延，且认为外延相等则可以相互置换的话，则会出现这样的奇怪现象：“所有的美国女总统”的集合等于“所有编写计算机程序的狗”的集合，因为二者的外延相同，都为 0。^①

鉴于上述考虑，一些逻辑学家认为，必须在表达式与这个世界的对象之外，区分出第二种类型的实体，即表达式的涵义，也称之为表达式的内涵。这就促成了内涵逻辑的产生。

严格地说，内涵逻辑有广义与狭义之分。广义的内涵逻辑是指关于像“必然”、“可能”、“知道”、“相信”、“允许”、“禁止”等提供内涵语境的语句算子的一般逻辑，它包括模态逻辑、时态逻辑、规范逻辑、知道逻辑、相信逻辑等等；狭义的内涵逻辑则是指所谓的一般内涵逻辑，一个内涵逻辑系统即为一个形式语言，其中包括三部分：第一，谓词逻辑的算子、量词与变项。第二，合式的 λ 表达式，例如 $(\lambda, x) A$ ，这里的 A 是任一类型的表达式， x 是任一类型的变项，

^① 奥尔伍德等：《语言学中的逻辑》，王维贤、李先焜等译，河北人民出版社，1984年版，第8章。

($\lambda. x$) A 本身为一函项，它把变项 x 在其中取值的那种类型的对象映射到 A 所属的那种类型的对象上。第三，其他一些有关的模态与内涵算子。^①

可以看出，无论是内涵逻辑还是外延逻辑，它们对语言表达式的意义的处理都只是停留在语形或语义层面——只考虑表达式的结构形式或意义，而不考虑表达式的具体使用语境，而实际上，语言表达式总是在具体的语言环境下使用的，因此，逻辑对语言表达式的意义的研究还可以也应该深入到语言表达式的具体的使用中去，对其进行语用研究。这一考虑，就促成了所谓的自然语言逻辑或语言逻辑的研究。

何谓语言逻辑？我认为，所谓语言逻辑，就是通过对自然语言的语形、语义与语用分析来研究自然语言中的推理的科学。

对自然语言本身的构成进行考察，可以看出，自然语言有三个不同的层次：口头语中的语音（比如声母、韵母）、书面语中的字母（或笔画）、语词或语词串，它们是构成自然语言的符号，它们之间的排列、组合等，就构成了自然语言的第一个层次——语形层次；自然语言的第二个层次是“语词及其组合的意义”或“语言符号与其所指对象之间的关系”，这是自然语言的语义层次；自然语言的第三个层次，则是“人对自然语言的使用”即把自然语言与其使用环境——语境联系起来，在具体的语言环境中研究自然语言及其意义，这

^① 陈波：《逻辑哲学导论》，中国人民大学出版社，2000年版，第30—31页。