Tableau Methods for Logics

逻辑中的表列方法

孔　红◎著

中国政法大学出版社

作者简介

孔　红 1969年生，山东泗水人。2006年在中国社会科学院研究生院获哲学博士学位。现为中国政法大学人文学院哲学系逻辑研究所副教授。从事现代逻辑、法律逻辑研究与教学工作，主要研究方向为道义逻辑。参加编写《法律逻辑学》等教材，译著有《数理逻辑》(合译)，发表“道义逻辑与法律规范推理”等专业论文十余篇。

逻辑中的表列方法

孔　红　著

中国政法大学出版社

2013 · 北京

图书在版编目（CIP）数据

逻辑中的表列方法 / 孔红著. -- 北京：中国政法大学出版社, 2013.7

ISBN 978-7-5620-4916-6

Ⅰ. ①逻… Ⅱ. ①孔… Ⅲ. ①逻辑方法 Ⅳ. ①B81

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第176387号

书　　名	逻辑中的表列方法 LUOJIZHONGDEBIAOLIEFANGFA
出版发行	中国政法大学出版社(北京市海淀区西土城路 25 号)
	北京 100088 信箱 8034 分箱　　邮政编码 100088
	邮箱 zhengfadch@126.com
	http://www.cuplpress.com (网络实名：中国政法大学出版社)
	(010) 58908586(编辑室) 58908285(总编室) 58908334(邮购部)
承　　印	固安华明印刷厂
规　　格	880mm×1230mm　　32 开本　　7.875 印张　　180 千字
版　　本	2013 年 8 月第 1 版　　2013 年 8 月第 1 次印刷
书　　号	ISBN 978-7-5620-4916-6/B·4876
定　　价	24.00 元

声　　明　1. 版权所有，侵权必究。

2. 如有缺页、倒装问题，由印刷厂负责退换。

中国政法大学人文社会科学研究项目

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

前 言

表列是一种形式证明方法，基于表列方法的逻辑系统称为表列系统。本书是对逻辑表列方法和表列系统基本内容的介绍。表列方法通用于经典逻辑和各种非经典逻辑，是目前最为流行的形式证明方法之一，对于研究证明理论非常重要。根据 Jon Barwise 在 What Is a Logical System?（《什么是一个逻辑系统？》）中对逻辑系统多样性的阐述，有必要将表列系统作为与公理系统、自然演绎系统等并列的一种重要的逻辑系统类型、将表列作为一种重要的逻辑方法加以研究。

与其他逻辑方法相比，表列在定理证明方面简单高效、便于操作，在元逻辑结果的证明方面也能提供很好的方法。在经典逻辑中，基于表列方法的完全性及紧致性等定理的证明非常直观，类似的证明也可以推广到其他逻辑的表列系统中。表列方法以直接的方式将逻辑证明和逻辑语义两方面结合在一起。因此，对于一些新的逻辑分支来说，构造表列系统比建立其他证明程序更容易，这无疑将为非经典逻辑的研究提供有力的工具。以非单调逻辑为例，尽管表列技术在非单调逻辑中还没有被充分地使用，但由于表列方法易于检查一致性和处理择优问题，它很可能是这个领域最灵活、最有前途的方法。近十几年来表列方法的盛行有两个方面的原因：一是得益于各种非经典逻辑的研究。对可用于非经典逻辑的各种证明方法来说，表列

法是一个非常好的选择。二是逻辑在计算机科学、人工智能和逻辑程序方面的应用不断加强。表列法很适合与用于软件校验的交互定理证明器相结合，在自动定理证明方面有十分广阔的前景。

一年一度的“分析性表列和相关方法的定理证明国际会议”至今已经举行了20多届，出版了大量表列研究的学术论文。目前与表列方法相关的研究非常活跃。为了应对表列应用中出现的问题，很多新型的表列被提出来。同时，表列法与其他逻辑方法的关系也得到了比较深入的考察。相对而言，表列方法在国内学界还没有受到足够的重视，处于被忽略的状态。希望这本小书的出版，能推动国内学界对于表列方法的研究和应用。

本书有些内容参考了 Marcello D. Agostino 等人所著 Hand-book of Tableau Methods（《表列方法手册》）。《表列方法手册》是逻辑表列的一部大全和权威之作，有了这本书，似乎任何一本介绍逻辑表列的书其价值都会打折扣。但是，表列方法手册是由每位作者承担一部分共同完成的一本文集，各章之间不仅有内容的重叠，而且缺乏连贯性。例如在“命题逻辑的表列方法”中给出的 KE 系统在其他部分没有进一步的发展和应用。由一位作者完成的书则会更注重各章内容的连贯性。本书中，命题逻辑的 KE 系统在模态逻辑中发展为模态表列系统 KEM，后者在多模态非单调逻辑表列部分又有应用。另一方面，在《表列方法手册》出版后的10多年间，表列方法的研究出现了许多新的成果，本书对其中关于非单调逻辑表列的一些研究做了介绍。同时，为适应更多读者的需要，本书所做的叙述力求简明易读。基于这些考虑，本书仍然有其自身的意义。

受作者能力及写作时间所限，书中会有一些疏漏和错误，敬请读者予以批评指正。

中国社会科学院刘新文博士为本书写作提供了一些重要的资料，中国政法大学出版社丁春晖为本书的出版做了大量工作，在此向他们表示诚挚的感谢!

作　者

2013 年 7 月

目　录

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

第一章　表列方法及其发展

表列系统是现代逻辑的一种证明系统。对现代逻辑的一般研究方法有一定的认识，有助于更好地理解、把握逻辑表列的理论和方法。本章第一节旨在对现代逻辑的研究方法作尽可能简要、直观、准确的阐释。

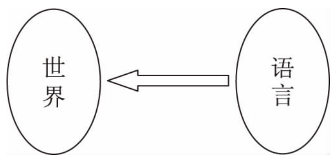
第一节　逻辑证明系统与逻辑语义

一、“正确推理”的两种定义

逻辑是从推理的形式方面研究推理正确性的学科，其目的在于提供一套判定推理以及正确地进行推理的工具。

所谓“正确推理”，最一般的理解就是具有保真性的推理。从前提 A_1，A_2，…，A_n 到结论 B 的推理是正确的，当且仅当，只要 A_1，A_2，…，A_n 都是真的，那么 B 也一定是真的。正确推理具有保真性，它能将前提的真保持到结论。用“真”来界定“正确推理”，解释了为什么有些学者将“真”这一概念置于逻辑学的核心。既然“真”对于逻辑而言如此重要，似乎有必要追问一句，何谓“真”？谓何“真”？本书遵照通用术语一般使用“命题”一词，但我们实际上将“真”看作是句子的属性，谈论的是句子的真假。根据亚里士多德的经典论述：“否定是

的东西或肯定不是的东西为假，肯定是的东西或否定不是的东西为真”，“真”不仅涉及作为语言实体的句子，还涉及某种是或不是的东西，对于这种东西，句子做了肯定或否定。我们将这种存在于语言之外的东西归于实在或世界，而并不深究这个世界究竟是什么。那么，一个句子为真，当且仅当它的描述与世界的“是”或“不是”一致、相符。



当我们将语言与语言描述的世界区分开来时，推理显然应归属于语言的范畴[1]，因为推理中的每一个前提和结论都是句子。既然推理从前提到结论的过程完全是在语言上发生的，那么，关于从一组给定的前提可以推出什么样的结论，实则是从一组句子能推出一个什么样的句子的问题。因此我们把推理界定为任一组句子与单个句子之间的关系。用 Γ 表示某个语言 $\mathscr{L}_i$ 的一组句子，A 为 $\mathscr{L}_i$ 的任一句子，Γ 为前提、A 为结论的推理记为： $\Gamma \vdash A$。

对于给定的一组句子 Γ，某个句子 A 是否可由 Γ 推出，或者说 $\Gamma \vdash A$ 是否是一个正确的推理，可以仅仅通过对句子构成的分析来作出回答。这里所说的“句子构成”，是指句子中出现了哪些语言符号以及这些符号是以什么方式排列的，对于这个意义上的句子构成的考察称为“语形的”考察。基于对推理的语形考察可以给出一套推理规则： 从语形方面规定从什么样子的前提得出什么样子的结论。句子所描述的东西视为句子的意义，

---

〔1〕 逻辑学并不考虑一个推理是如何在推理者的思想中产生和运行的，而只关注一个完成了的、由若干前提和一个结论组成的推理。

真、假是句子的逻辑意义，属于句子的语义。对于“正确推理”这一概念，既可以从语义方面给出一个功能性定义——正确推理就是保真性推理，也可以从语形方面给出一个操作性定义——从前提出发依据推理规则得出结论的推理。逻辑学对于推理的研究，就是分别从这两个方面展开的。而之所以能将两个方面的研究分离开来，得益于现代逻辑的形式语言。与自然语言不同，形式语言的语形和语义是可分离的。

二、语言层面的语形和语义

逻辑研究推理的形式，现代逻辑的形式语言是用于描述推理形式的人工语言。

［例 1］ 如果甲是单身汉，那么甲没有妻子，
并非甲没有妻子，
所以，并非甲是单身汉。

如果我们不关心这个推理的具体内容，就可以用字母 p、q 分别代替“甲是单身汉”和“甲没有妻子”在推理中的出现，同时保留推理中表示各部分之间关系的语词：“如果……那么……”，“并非”和“所以”，并分别用符号→、¬、⊢代表这些语词，得到如下的推理形式：

$p \to q$，$\neg q \vdash \neg p$

其中的 p、q 为非逻辑符号，¬、→为逻辑符号。⊢是用来谈论 $p \to q$、$\neg q$ 和 $\neg p$ 之间的关系的，为元逻辑符号。

以下列三类符号为基本语符：

(1)　p，q，r，p_1，…；

(2)　¬、→；

(3)　左右括号（、)。

再加上以下两条语法规则（称为形式语言的句子形成规则）：

(1) 第一类符号中的任何一个是$\mathscr{L}_p$ 的句子;

(2) 如果 A 和 B 都是$\mathscr{L}_p$ 的句子，那么¬A、¬B、(A→B) 也是$\mathscr{L}_p$ 的句子。

并且仅由 (1)、(2) 得到的才是$\mathscr{L}_p$ 的句子。

就得到了命题逻辑的一个形式语言$\mathscr{L}_p$。其中¬ 称为否定词，¬A 称为否定式。

$\mathscr{L}_p$ 足以表达命题逻辑范围的所有句子和推理的形式，因此命题逻辑就可以在语言$\mathscr{L}_p$ 上加以定义，给出所有正确推理的形式。除了研究者在设计$\mathscr{L}_p$ 时内心怀有的意图和目的，并没有以明确的方式赋予$\mathscr{L}_p$ 中的符号以任何意义，可以说此时的$\mathscr{L}_p$ 只有语形，没有语义。显然，我们可以赋予$\mathscr{L}_p$ 中的符号以各种解释，例如将 p、q、… 解释为任意自然数，将¬、→解释为自然数的两种运算。为了研究推理，逻辑学将 p、q、… 解释为任意具有确定真假的原子句，将¬、→解释为句子关联词。更抽象地看，可以将 p、q、… 视为仅有确定真假的对象，直接将其中的每个符号指定为“真”或“假”，而将¬、→定义为真假值的运算符。逻辑语义的核心部分是针对逻辑符号给出严格的定义。

逻辑符号的定义是由两个部分组成的，一是语形定义，二是语义定义。¬、→的语形定义即$\mathscr{L}_p$ 形成规则中的第 (2) 条，它规定了¬、→的语法性质：以什么方式组构句子。¬、→的语义定义通常以真值表或赋值规则的方式给出，这里依后者将¬、→定义为：

$\neg(t)=f$; $\neg(f)=t$

$\to(t, t)=t$; $\to(t, f)=f$; $\to(f, t)=t$; $\to(f, f)=t$

其中 t 代表真、f 代表假，且按函数表达的习惯将→置于括号 ( ) 之前。由于这种运算关系是单值的，¬、→也称为“真值函数”。同时对所有非逻辑符号指定一种意义的过程称为“解

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com