



南开大学立项规划教材

实验逻辑学

SHIYAN LUOJIXUE

○ 李娜 编著

南开大学出版社

实验逻辑学

李娜 编著



南开大学出版社

天津

图书在版编目(CIP)数据

实验逻辑学 / 李娜编著. —天津 : 南开大学出版社, 2017.8

ISBN 978-7-310-05351-3

I. ①实… II. ①李… III. ①实验逻辑 IV.
①B81—06

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 072009 号

版权所有 侵权必究

南开大学出版社出版发行

出版人:刘立松

地址:天津市南开区卫津路 94 号 邮政编码:300071

营销部电话:(022)23508339 23500755

营销部传真:(022)23508542 邮购部电话:(022)23502200

*

三河市同力彩印有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

2017 年 8 月第 1 版 2017 年 8 月第 1 次印刷

230×170 毫米 16 开本 24.25 印张 2 插页 430 千字

定价:48.00 元

如遇图书印装质量问题,请与本社营销部联系调换,电话:(022)23507125

前 言

2007 年,南开大学实验设备处和哲学院为逻辑学专业的学生建立了国内第一个“逻辑推理实验室”,并购买了实验教学用书——美国逻辑学家乔恩·巴威斯(Jon Barwise)和约翰·艾切门第(John Etchemendy)合著的《语言、证明和逻辑》(*Language, Proof and Logic*),以及与之配套的逻辑教学软件 LPL Software(它包含:Boole 2.5、Fitch 2.5、Submit 和 Tarski's World 6.5 四个子程序),随后开设了“逻辑推理实验”这门课。2014 年又购买了《语言、证明和逻辑》(第二版)(*Language, Proof and Logic*, 2nd Edition)以及与之配套的逻辑教学软件 LPL Software(它包含:Boole 3.1、Fitch 3.2、Submit 和 Tarski's World 7.0 四个子程序)。第二版的 LPL Software 比第一版的 LPL Software 更加丰富和完善。如:在 Fitch 3.2 中,关于 Rule 的选取,增加了使用已证明过的定理(参看练习 13.10)。

我编写这本教材的目的一是想完善我的前两本实验教材:《数理逻辑实验教程》(武汉大学出版社,2010 年)和《逻辑学实验教程》(南开大学出版社,2012 年),二是随着南开大学的搬迁,从 2015 年 9 月份,哲学院就要搬到新校区,而逻辑推理实验室也随之扩大。为了更好地开展教学工作并推广逻辑学的实验教学,我完成了这本书并把它命名为《实验逻辑学》。

本教材的编写过程中,前三章参考了 *Language, Proof and Logic*, 2nd Edition 中的 Software Manual 的部分内容,第四章至第十六章参考了 *Language, Proof and Logic*, 2nd Edition 中的“You try it”、部分练习题以及《数理逻辑实验教程》和《逻辑学实验教程》的部分内容。

由于本人水平所限,本书难免存在一些错误和不足,敬请读者批评指正。最后,感谢南开大学教务处和研究生院对本书的出版给予资助。

李娜

2015 年 4 月

目 录

前 言	1
-----------	---

第 1 编 LPL Software 简介

第 1 章 Tarski's World 7.0 简介	3
1.1 启动	3
1.2 世界控制板	13
1.3 语句控制板	16
1.4 验证语法和真	19
1.5 玩游戏	20
1.6 偏好	23
第 2 章 Fitch 3.2 简介	25
2.1 启动	25
2.2 创建和编辑证明	31
2.3 目标	38
2.4 复制和粘贴	38
2.5 打印证明	40
2.6 建立练习	41
2.7 参数设置	42
第 3 章 Boole 3.1 简介	43
3.1 启动	43
3.2 编写真值表	47
3.3 指定评价	48
3.4 验证表	48
3.5 保存或打印表	48
3.6 选择参数	49

第2编 实验逻辑学

第4章	原子语句	53
4.1	原子语句	53
4.2	广义的一阶语言	64
4.3	函数符号	66
4.4	集合论的一阶语言	68
第5章	原子语句的逻辑	69
5.1	有效和可靠的论据	69
5.2	在 Fitch 中构造证明	77
5.3	非后承的证明	98
第6章	布尔联结词	105
6.1	否定符号 $\neg$	105
6.2	合取符号 $\wedge$	111
6.3	析取符号 $\vee$	116
6.4	圆括号	121
6.5	等值式	126
6.6	翻译	130
第7章	布尔联结词逻辑	137
7.1	重言式和逻辑真	137
7.2	逻辑等值和重言等值	149
7.3	逻辑后承和重言后承	152
7.4	在 Fitch 中的重言后承	155
7.5	移动否定符号	161
7.6	合取和析取范式	163
第8章	布尔逻辑的证明方法	166
8.1	分情况证明	166
8.2	间接证明: 矛盾证明	167
第9章	形式证明和布尔逻辑	169
9.1	合取规则	169
9.2	析取规则	171
9.3	否定规则	176
9.4	子证明的正确使用	183

9.5	计划和策略	184
9.6	没有前提的证明	191
第 10 章	蕴涵	198
10.1	实质蕴涵符号 $\rightarrow$	198
10.2	真值函项的完全性	212
第 11 章	蕴涵的逻辑	216
11.1	证明的非形式方法	216
11.2	$\rightarrow$ 和 $\leftrightarrow$ 证明的形式规则	218
11.3	可靠性和完全性	234
11.4	有效论证	235
第 12 章	量词	242
12.1	公式和闭公式	242
12.2	量词语义	244
12.3	四种亚里士多德形式	246
12.4	翻译复杂的名词词组	253
12.5	量词和函数符号	265
12.6	各种符号	266
第 13 章	量词的逻辑	267
13.1	一阶有效性和一阶后承	267
13.2	一阶等值式和德摩根律	272
13.3	其他量词化等值式	274
13.4	公理化方法	280
13.5	引理	281
第 14 章	多重量词	286
14.1	一个量词的多重用法	286
14.2	混合量词	298
14.3	一步一步的翻译方法	307
14.4	释义英语	311
14.5	含糊和语境制约	317
14.6	前束范式	320
14.7	一些另外的翻译	322
第 15 章	量词的证明方法	327
15.1	一般条件的证明方法	327

15.2	包含混合量词的证明	330
15.3	公理化的形状	334
第 16 章	形式证明与量词	336
16.1	全称量词规则	336
16.2	存在量词规则	342
16.3	策略和手段	349
16.4	可靠性和完全性	368

第 1 编 LPL Software 简介

LPL Software 是由美国斯坦福大学的多位编程人员研究开发并经不断改进而成的一套专门用于数理逻辑（或者一阶逻辑）学习的计算机程序软件。该程序软件是与已故美国逻辑学家乔恩·巴威斯（Jon Barwise）和他在斯坦福大学语言与信息研究中心的同事约翰·艾切门第（John Etchemendy）合著的《语言、证明和逻辑》（Language, Proof and Logic）一书配套发行并使用的程序软件包。

LPL Software 是一个电脑程序文件库，它包括 Boole、Fitch、Tarski's World 和 Submit 四个子程序文件，其中 Boole 可以构建真值表，Fitch 可以构建数理逻辑的形式证明，Tarski's World 可以构造世界（或者模型）、编写一阶语句并检验该语句在给定世界中的真值，Submit 用于学生在网上提交和检查作业。该软件的最新版本 LPL 11.09 包括 Boole 3.1、Fitch 3.2、Tarski's World 7.0 和 Submit。这四个程序文件都能在不同的计算机操作系统（如：Windows、Macintosh 等）下使用。LPL 的介绍和使用手册可以通过这些程序文件中的 Help 菜单下的 LPL Software Help 命令在网上获取。如果有什么问题，可以登录下面的网站：

<http://lpl.stanford.edu>

以获得帮助。

本编介绍《语言、证明和逻辑》（第二版）的 **LPL Software** 的命令以及使用方法。

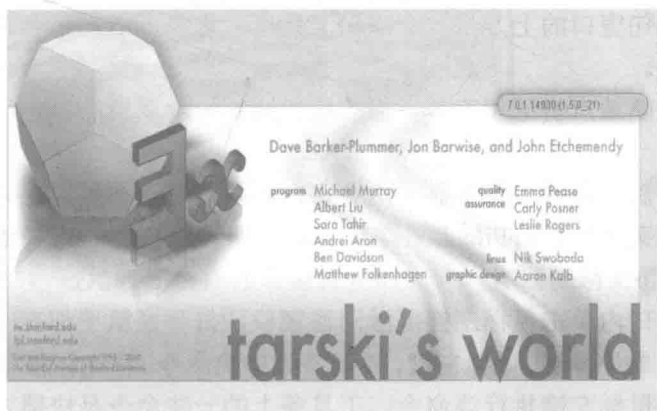
第1章 Tarski's World 7.0 简介

Tarski's World 自 1993 年首次问世至今已经发行了多个版本（比较新的有 6.3/6.4/6.5/7.0）并能在不同计算机操作系统（如：Windows、Macintosh 等）的环境下使用。Tarski's World 编写的一个前提思想是，语言学习的最好方法是使用语言。借助 Tarski's World 和常用的计算机命令，可以使读者们在 Tarski's World 里描绘有各种大小不同的几何模块居住的简单三维世界，并且检验一阶语句在那些世界中的真或者假。还可以通过做游戏，检验自己对语句真值的判断是否正确，从而认识到自己的错误。通过自行完成围绕 Tarski's World 精心设计的大量实验和练习，使读者能够轻松地理解各个逻辑联结词和量词的意义，快速熟悉它们的用法，从而掌握作为现代逻辑核心部分的一阶逻辑的语言，实现学习目的。

我们的介绍从启动 Tarski's World 7.0 的操作开始，到关闭 Tarski's World 7.0 的操作结束，其中还将解释基本的屏幕布局。

1.1 启动

启动该程序，即双击图标，立刻闪示下图。



应于某个菜单下的命令。

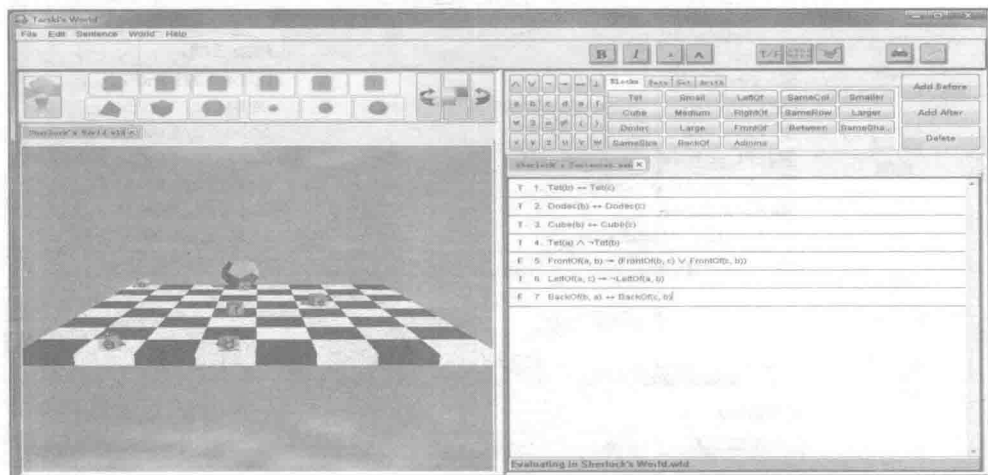
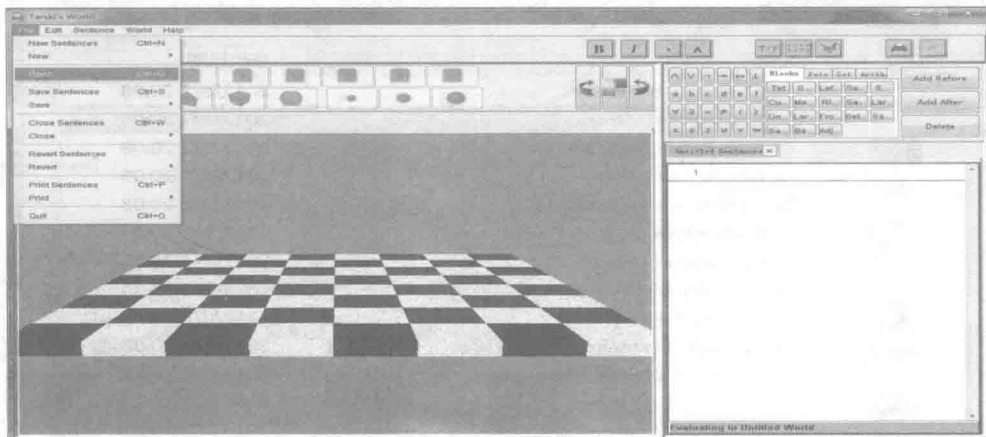


图 1.2 Tarski's World 的主要窗口

1.1.1 打开保存的文件

Tarski's World 中有许多事先保存的世界文件和语句文件。打开一个保存的文件，你可以使用 File 菜单中的命令 Open...。如下图所示。



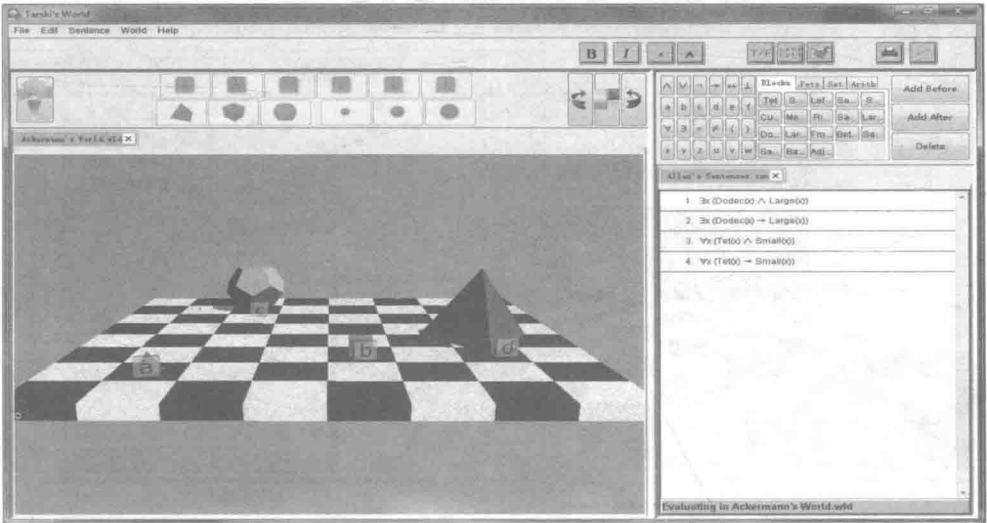
要打开一个文件，首先要下拉 File 菜单并选择 Open...。此时，将会出现一个文件对话框，它允许你选择你希望打开的文件。你需要从正确的文件夹——TW Exercise Files 中找到事先保存的文件。如下图所示。



在找到这个文件夹后，选择它，然后单击 Open（或打开），或者简单地双击这个名字。现在，你随意打开一个你看到的文件，例如，“Ackermann’s World”，但是，如果你对这个世界做了改动，就不要保存它们。

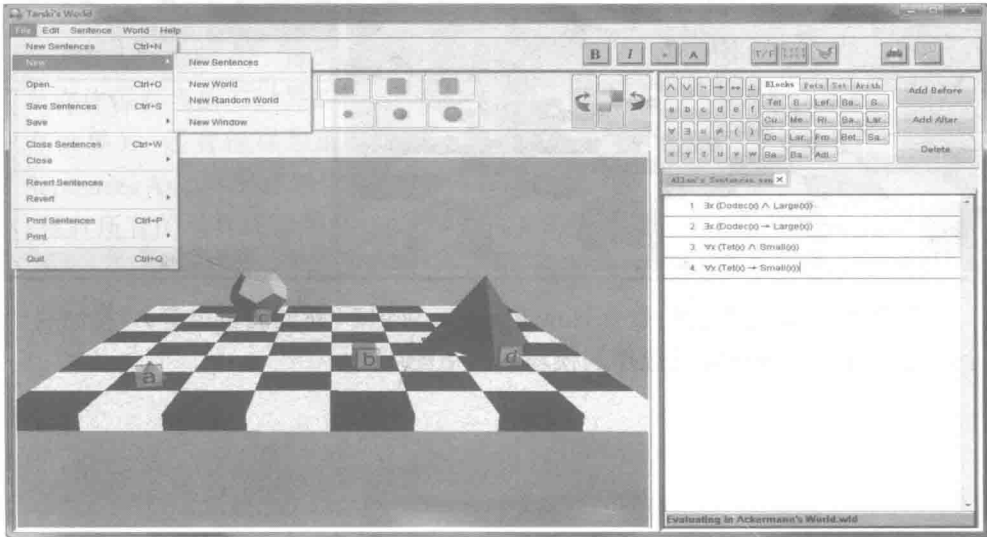


当你打开一个文件时，新的语句或者新的世界标签将出现在语句或世界窗口的上面。这个新的标签将包含你打开的文件名称。返回浏览其他世界或语句文件后，只要点击这个标签，它就将再次出现。如下图所示。

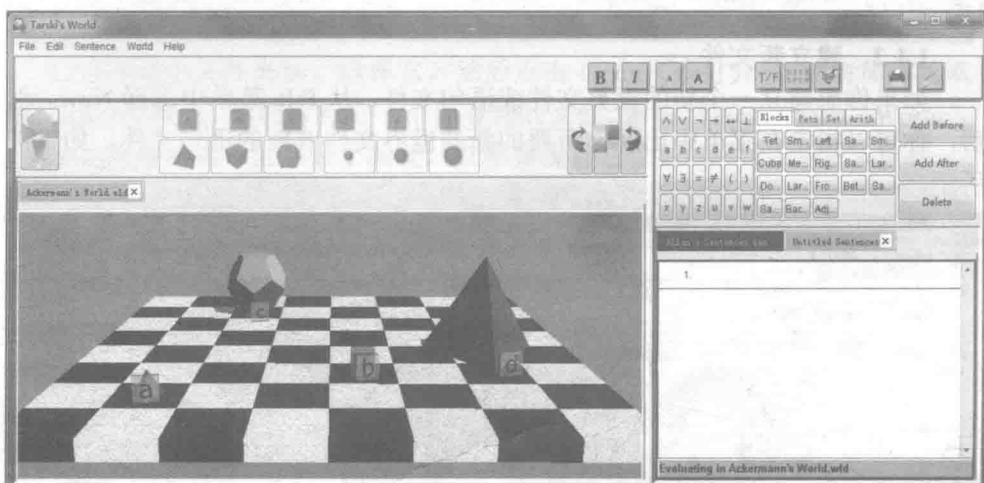
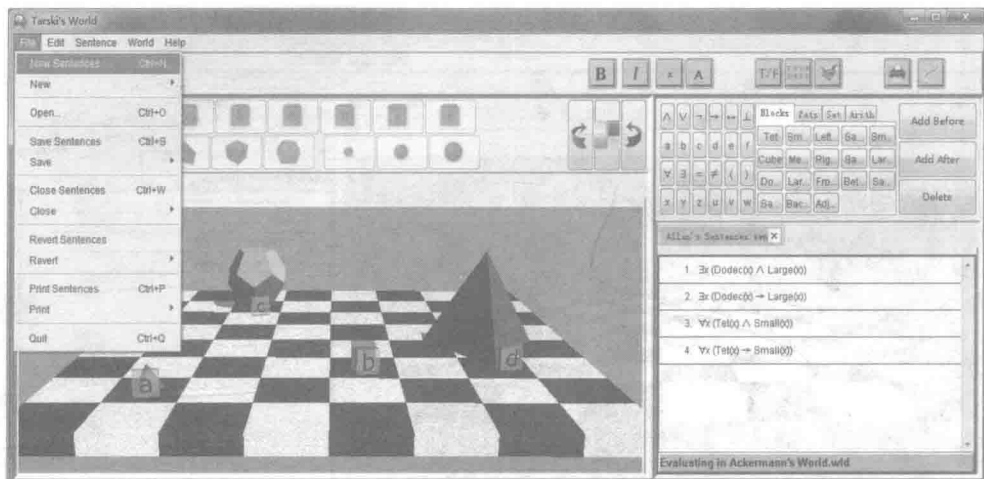


1.1.2 建立新文件

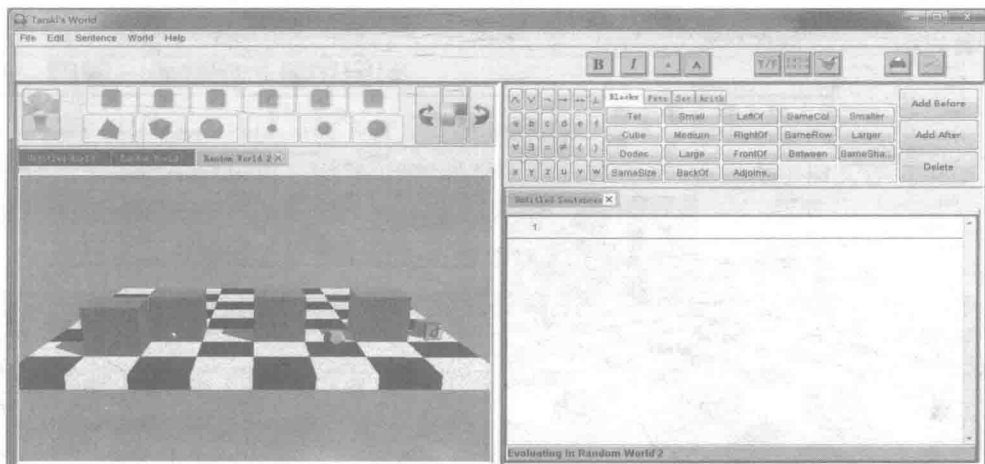
如果你想建立一个新的世界文件或语句文件，从 File 菜单中选择 New。然后，你可以指定在菜单中出现你所要的新的世界文件或新的语句文件。如下图所示。



New World 和 New Sentences 命令创建一个新的空世界或语句部分。这些新的空世界或语句部分标有新的标签。如下图所示。



点击在 New 菜单上的命令 New Random World (新的随机世界), 将创建一个新的世界, 并带有随机选择的模块。如下图所示。



在 New 菜单上的命令 New World (新的世界) 创建一个与初始窗口一样的新窗口。

你可能已经注意到在 File 菜单还有另一个 New 命令。它依赖于哪一部分被激活：如果世界窗口被激活，则 File 菜单显示 New World；如果语句窗口被激活，则 File 菜单显示 New Sentences (新的语句)，并且它们分别相当于 New 子菜单上的对应命令。这个命令还有一个快捷键 Ctrl+N。

1.1.3 保存一份文件

如果你要保存一份文件，在 File 菜单中点击 Save (保存) 子菜单。这里有允许你保存当前的世界的命令：Save World (保存世界) 或 Save World As... (另存世界)；还有保存当前语句的命令：Save Sentences (保存语句) 或 Save Sentences As... (另存语句)，和所有标签中的所有世界和语句的命令：Save All (保存所有的世界或语句)。如下图所示。