



次协调逻辑与

PARACONSISTENT

人工智能

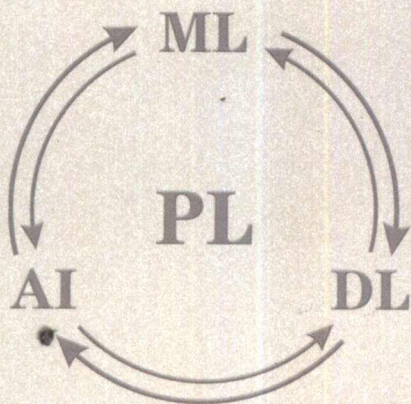
LOGIC AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE

桂起权

陈自立

朱福喜

著



全国优秀出版社
武汉大学出版社

桂起权
陈自立 著
朱福喜

PARACONSISTENT
LOGIC AND ARTIFICIAL
INTELLIGENCE



次协调逻辑与 人工智能.



全国优秀出版社
武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

次协调逻辑与人工智能/桂起权,陈自立,朱福喜著. —武汉: 武汉大学出版社, 2002. 7

ISBN 7-307-03168-X

I. 次… II. ①桂… ②陈… ③朱… III. 逻辑—应用—人工智能 IV. TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 02036 号

责任编辑: 王克强 责任校对: 叶 效 版式设计: 支 笛

出版: 武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件: wdp4@whu.edu.cn 网址: www.wdp.whu.edu.cn)

发行: 新华书店湖北发行所

印刷: 武汉理工大学出版社印刷厂

开本: 850×1168 1/32 印张: 24.75 字数: 638 千字 插页: 1

版次: 2002 年 7 月第 1 版 2002 年 7 月第 1 次印刷

ISBN 7-307-03168-X/TP·102 定价: 33.00 元

版权所有, 不得翻印; 凡购买我社的图书, 如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请与当地图书销售部门联系调换。

序

(次协调逻辑创始人专为本书所作)

经典(演绎)逻辑的特色可以概述于下:它是由经典一阶谓词演算(带等词或不带等词)及其扩展(如经典集合论各体系,有策梅罗-弗兰克-冯诺意曼-贝纳斯-哥德尔、凯利-莫尔斯、蒯因的 NF 等系统)和经典高阶逻辑(几种经典类型论系统)构成的。在这些系统中,有一些子系统也被看做是经典逻辑的一部分,如经典蕴涵逻辑和经典肯定逻辑。

非经典逻辑现有两类:a)扩展逻辑,b)非正统逻辑或异常逻辑。第一类逻辑扩充了经典逻辑的领域,经典模态逻辑、经典时态逻辑、经典内涵逻辑就是这样的逻辑。第二种逻辑限制或取消了经典逻辑的某些(句法或语义)原则,这些逻辑有直觉主义逻辑、多值逻辑和次协调逻辑等。

构造非经典逻辑是我们这个时代的基本特色之一,这是一个彻底的文化变革的时代。专而论之,次协调逻辑是我们这个时代最有革命性的进步之一。G.H. 冯·赖特说,这种逻辑是 20 世纪下半叶逻辑学上最有意义的发展之一。

从根本上说,我们能够用次协调逻辑来处理不协调(有矛盾)但有意义的理论(不允许我们从一个矛盾[命题]推证一切,像在经典逻辑和一些非经典逻辑中发生的那样)。

次协调逻辑几乎适用于一切知识领域。例如,我们可以运用次协调技术把辩证法系统化[形式化],构造强有力的次协调数学(拓广现有的经典数学),处理逻辑程序编制和人工智能中的问题。另一方面,从赫拉克利特到当代马克思主义,次协调的思想和方法

在哲学和科学领域得到自觉的或不自觉的运用。

本书有对次协调逻辑及其历史和某些最重要的应用的精彩介绍。毫无疑问,不管是对哲学家、数学家、科学家、计算机和信息专家,还是对普通人,只要关心次协调性文献的问题,本书将大有裨益。本书的作者近几年致力于这个领域的研究,并且在某些方面很有特色,这足以说明本书的质量是不错的。

近 30 年来,我把心血全部花在次协调逻辑及相关课题上。对于像我这样一个逻辑学家,为眼前这本书作序是一件乐事。我希望本书有益于中国逻辑学的大进步。这个国家有令人赞叹的文明,这是一片有着最奇异的文化成就的国土。也许,在不远的将来,中国将成为次协调逻辑之国。说开去,中国将成为逻辑之国。

1997 年 12 月 4 日 巴西 圣保罗

牛顿.C.A.达科斯塔

前 言

近几十年来,哲理逻辑、非经典逻辑的兴起和发展,势头迅猛,成为当代哲学主流中不可轻视的一股力量。施太格缪勒就把哲理逻辑作为《当代哲学主流》(下卷)的一个重要内容。穆尼茨在《当代分析哲学》中说:“在最近几十年中,对《数学原理》这个经典系统的各种背离以及各种竞争对手的出现,标志着逻辑中富有活力的丰富多彩的领域的特点”。可见,这些权威学者不仅承认罗素的经典系统是逻辑,而且又承认与此相背离的非经典系统也是逻辑。他们不仅不采取关门主义态度,而且是以开放的心态欢迎非正统的竞争对手的登场,并把它看作当代逻辑领域生机勃勃的表现。

次协调逻辑(paraconsistent logic)是哲理逻辑、非经典逻辑中最引人注目的新分支之一。冯·赖特说,次协调逻辑是20世纪下半叶逻辑学上最有意义的发展之一。该逻辑的创始者 da Costa 则认为,我们这个文化彻底变革的时代,在构造非经典逻辑方面,次协调逻辑可说是最有革命性的进步之一(见 da Costa 为本书所作序)。

为了避免含混,这里有必要对相关的基本概念作出界定。首先,我认为,“哲理逻辑”与“非经典逻辑”这两个概念虽然内涵很不相同,然而外延却大致相同(大部分重合)。根据内涵来看,对逻辑本身可以从不同角度作出划分:(1)以数学性与非数学性相对:数理逻辑——是数学性的,以数学基础研究为背景;哲理逻辑——是哲学性的,以富有哲学意味为特征。(2)以正统性与非正统性相对:经典逻辑——以罗素等人《数学原理》这个经典系统为正统;非

经典逻辑——则表现出对该经典系统的各种背离,以竞争对手的面目出现。然而,根据外延来看,像模态逻辑、道义逻辑、认知逻辑、多值逻辑等等,都既是哲理逻辑又是非经典逻辑,只有少数例外。例如,组合逻辑是分析和研究函数、代入等概念和方法的一种非经典形式演算,它可界定为数学性的非经典逻辑,却不是哲理逻辑。当然,次协调逻辑既是哲理逻辑又是非经典逻辑。

很自然的,从坚定的正统逻辑立场看,所有那些对经典系统的“背离”或是“竞争对手”,都是离经叛道的,都不能算作真正的逻辑。其实,说到底,那只是一个名称问题。对于一个新系统来说,最重要的是它的实际价值,而不在于它起什么名字。从人工智能的历史上看,研究者们并不喜欢过多纠缠于“机器能否思维”、“究竟什么是真正的思维”之类的哲学争端,而是更喜欢实干,在实践中一步步推进机器智能,这样可以避免无谓地消费精力。

接着有必要对“次协调逻辑”这个译名作出说明。国内大致有四种译法(各有各的道理):(1)杨熙龄先生在《“超协调逻辑”与纳塞阿丁的故事》(1985)和《奇异的循环》(1987)中,率先提到“超协调逻辑”一词(尽管它是从普里斯特的 trans-consistent 译过来的,而不是从达科斯塔更喜欢用的 para-consistent 译过来的,但在英文中那两个词被当作同义词来理解)。我猜想,采用“超协调”说法的本意,可能是指新逻辑超越并摆脱了传统的那种协调性的束缚。(2)接着,张清宇的译文《弗协调逻辑的哲学含义》(1987)却将 para-这一前缀意译为“弗”字,强调了新逻辑对矛盾律的修改(弱的否定),却又避免了直接违背(相当于“不”字或强的否定)。换句话说,弗协调就是第二种不协调,弱的不协调。(3)那么我为什么要将 para-consistent 译作次协调呢?这是因为这种新逻辑的最大特征正是在于“在矛盾中求协调”,它既不是完全不要协调(“弗协调”一词字面上仍会引起误解、误导),又不是比一般的协调在程度上更高些(“超协调”一词容易引起后一种联想与误导),所以我选择了“次协调”一词,用来表示稍逊的、第二种协调性。(4)张建军

的译法“亚相容”逻辑含义与我完全一致。此前,他在《不相容逻辑与“矛盾”理论》(1989)和《悖论》(1990)等论著中也曾同义地使用过“弱相容逻辑”的译法。然而,da Costa 的亲密合作者 Arruda 却指出过,para-consistent 本身也有强弱之分。这样看来,改成“亚相容”的确是更恰当的译法。其实,将前缀 para-译作次、副、亚、仲之类,并非由我们首创,而是有其根据。例如,王宝琯编的《英汉化工词汇》(科学出版社 1987 年版),就将 para-crystal 译作次晶(体);将 para-cotoin 译作副可土因;将 para-acid 译作仲酸等……以上所做的是词义分析。“次协调”这种译法,从语用的角度看,有它的特殊功能。我的同事与朋友张掌然,1994 年至 1995 年在武汉《长江日报》上所刊登的《次协调交际思维》等系列文章,以及 1997 年华中理工大学出版社出版的《交际思维学》中,用生动形象的语言为在大众中普及在矛盾中求协调的次协调思维方式起了极大的推动作用。相比之下,“弗协调”、“超协调”可能就没有这种语用功能。

再从逻辑史角度来讲,作为 da Costa 的先驱,第一个次协调命题演算是由波兰的雅斯可夫斯基在 1948 年构造出来的,它起源于谈判过程的逻辑分析。谈判过程恰恰是最典型的“在矛盾中求协调”的过程,也就是典型的次协调过程。即使双方分歧很大,也可以求同存异,在共同点上统一矛盾。正如邓小平所说:“就是要找出一个能为各方所接受的方式,使问题得到解决。”(见《邓小平文选》第 3 卷 68 页)“解决的办法无非是双方相互让步。”(同上书 19 页)波兰逻辑学家至今仍对“会谈逻辑”这种特殊形式的次协调逻辑保持浓厚的研究兴趣。我认为,关于西奈半岛的戴维营会谈、1972 年中美上海公报以及邓小平与撒切尔夫人的中英香港问题谈判等,都是次协调过程的成功范例。进一步说,我认为邓小平“一国两制”思想的逻辑基础正在于次协调逻辑,这是一个值得认真研究的课题。为此,我特别欣赏 da Costa 所说的一句话,也就是他希望“在不远的将来,中国将成为次协调逻辑之国”(见本书序),因为我希望祖国早日按大陆与台湾都满意的次协调方式实现和平

统一。

由于次协调逻辑属于非经典逻辑,与经典数理逻辑存在血缘关系,因此很自然地引起数理逻辑工作者的强烈兴趣;又由于它属于哲理逻辑,特别由于它不承认矛盾律的普适性同时又使否定词弱化,因此与矛盾辩证法和辩证逻辑研究者关系甚密;再由于次协调逻辑在1989年以来在计算机人工智能方面的成功应用,就不能不引起计算机人工智能研究者的高度重视。为此,我曾考虑把本书定名为《次协调逻辑——数理逻辑、辩证逻辑与人工智能的交叉点》,尽管其含义更为确切全面,然而这种命名却不符合简单性原则,因而未被采用。

值得指出,次协调逻辑在不协调知识库上的应用是十分成功的。人工智能领域最有成效的作品之一就是专家系统。可是原先由于它以经典逻辑为基础逻辑(请注意,经典逻辑是承认司各脱规则的,即承认由矛盾命题可以推出任意命题),好端端一个知识库(例如有一万个自洽的论断)却因只加进一个矛盾命题(矛盾会任意扩散)就整个地不能用了。然而,作为“专家系统”原型的人类专家(例如中医和西医在看病时)都经常会产生出矛盾的判断和决策。怎么办?好在现在不要紧了。对于不协调医学专家系统,只要改用次协调逻辑为基础逻辑,每个“医生”程序只管按自己的诊断规则各行其是,即使是在某个交叉点上偶然产生矛盾,那个矛盾也能被“搁置起来”(因为司各脱规则失效而不会扩散),整体上仍能照样正常运行。在这里,我惊奇地发现,邓小平为处理钓鱼岛、南沙群岛等国际争端而提出的“搁置矛盾”而使矛盾双方的整体关系照常运行的特殊思维方式(参看《邓小平文选》第3卷,87页),正是一种典型的次协调思维方式。这种操作方式竟对人工智能,特别对不协调知识库的正常运行格外有用!

次协调逻辑是一种哲理性的非经典逻辑。关于非经典逻辑,我很赞成苏珊·哈克在《逻辑哲学》中所作的划分:(1)扩展逻辑是对经典逻辑的一种温和的改良或扩展,不触动其基础;(2)异常逻

辑则是对经典逻辑的一种激进的革命,触动语义或句法的某些基础原则。我将哈克的思路推广应用于次协调逻辑与辩证逻辑(她本人并未这样做),我把后两者归为极激进的异常逻辑,因为它们实质上触动矛盾律,所以比针对排中律的多值逻辑更为激进。当然,固守经典理论的人会坚持说,旧原理实质上并未被触动,正像坚信欧氏几何的人也会说,其实非欧几何中的直线并不直……

我认为,与在科学哲学界可错主义已经占上风的情况相对照,目前我国逻辑界知识无误论的影响还太强大,这很可能成为逻辑的“改革与开放”的一大思想障碍!逻辑的改革理应胆子更大些、步子更快些!人工智能研究中的新逻辑必须争取生存权利,新型哲理逻辑也必须争取生存权利。新的实践必将开拓逻辑新领域,冲破旧的划界标准。人工智能研究者决不会因看到“不是逻辑”的警示牌而停止前进。逻辑更新论者要善于以逻辑哲学为武器,鼓励对经典系统的各种背离以及各种竞争对手的出现,也就是为新的非经典逻辑鸣锣开道!可错主义并不是说真理是可错的,而只是说人自以为已经把握的、当作“真理”的那种认识,往往是可错的、可修改的……正如苏珊·哈克所指出,许多人误以为逻辑真理处在一个特殊的领域,它具有天生的认识论上的保险性。其实,那只是不切实际的幻想(然而,哈克在举实例时却特别谨慎,她只举出人们可能误以为排中律的反面为真等等)。正如哈克所注意到,甚至连波普尔那样在科学哲学中激进的可误论者(即可错主义者),转到逻辑论域却沦为保守的知识无误论者。波普尔把矛盾律看作神圣不可侵犯的,把“A与非A可推出任意B”的司各脱规则奉为金科玉律,因此他坚决抵制辩证法、辩证逻辑,同时反对次协调逻辑。可见,在一般人思想中,“逻辑至上主义”比“科学霸权主义”(借用费耶阿本德的话来说)更为严重,更为根深蒂固。一般人误以为“科学是不会错的,而逻辑学更是绝对没有错的”。可是维特根斯坦却启示我们,凭什么把矛盾当作鬼怪?那无非是一种现代迷信!费耶阿本德的多元主义方法论提倡理论增多原则,主张

要引进或发明同似最可信的、公认的背景理论相背离的新观点、新概念系统或竞争对手。这一创新原则对非经典逻辑同样是有启发力的。

遗憾的是,甚至连我的逻辑盟友张建军(其实他对哈克的《逻辑哲学》非常熟悉)在内,至多也只能接受科学哲学上的可错主义,而坚决反对逻辑哲学上的可错主义。他举出德高望重的逻辑大师金岳霖先生正面肯定逻辑三律的话,作为逻辑真理神圣不可侵犯的理由。我注意到,在今年(1998,湖北)的殷海光的纪念会上,崔清田教授指出,殷海光是逻辑多元论者,他关于逻辑的相对性和可能有多种逻辑存在的思想是值得关注的。da Costa 和我则要抬出非经典逻辑的祖师爷卢卡西维茨来为自己撑腰。卢氏在《论亚里士多德的矛盾律》(1910)中就发现,连亚氏本人都承认矛盾律并不万能,三段论就独立于矛盾律……通过非欧几何类比得知,修改矛盾律可能导致非亚里士多德逻辑!我的好友鞠实儿正是仔细听了我在“西方逻辑史会议(1990)”上的有关卢氏曾打算修改矛盾律的发言后,他说这才一下子明白过来,原先感到难以设想,如果矛盾律的普遍性失效还能有什么逻辑?此后他察觉到,所谓辩证逻辑问题,按计算机科学的眼光看,可以转换成有关不协调性的知识表示问题。按次协调方式研究“辩证逻辑”将是一条可能通道。鞠实儿有一个有趣的特点是,他比一般人更不轻易接受别人的思想,除非他找出了对方观点的弱点或要害,才算达到真正“理解”。因此,一旦他理解了,就会比别人更为深刻。正是通过与他的讨论,我才加深了对次协调命题演算 C_n 语义学的理解。可是到 1994 年我受邀请去中山大学软件所介绍次协调逻辑时,却又陷入了困境。鞠实儿给我的约束条件是“只讲公理系统、公式本身,而不讲辩证逻辑”,我的感觉简直就像公孙龙不能讲白马非马一样难受。面对周青教授那样的数理逻辑能手,要解释诸如某某公式为什么是这样的问題,实在难以招架。我是熟悉物理学史的,当时的场景使我联想起 1922 年尼尔斯·玻尔在哥廷根讲学时的遭遇。要玻尔在

“数学王国”的臣民们面前去严格证明其物理直觉和哲学猜想的正确性是勉为其难的。

好在这几年我找到了理想的合作伙伴,我俩能够取长补短。这就是陈自立,他是建筑工程师出身的形式化能手。有一天,我得一梦,梦中我与假想的他一起坐在长沙发上看电视,好像是教育台正在演播“逻辑代数与门电路”那门课,屏幕中出现一排排布尔展开式。于是,我就发表议论说,有三种学数理逻辑的人,第一种人善于讲课,第二种人善于构造形式系统,第三种人则善于对逻辑作哲学分析。(可是在白天的清醒状态下,事先我从未作出过类似的概括!)陈与我是互补的,他是“第二种人”,而我则是“第三种人”。

现在这本《次协调逻辑与人工智能(AI)》,第一编是次协调逻辑基本原理,包括历史背景、现实原型、次协调逻辑命题演算、谓词演算、道义演算以及在集合论与辩证逻辑中的初步应用等等,由我所写。第二编一系列创新的次协调公理系统的绝大部分,大都出自陈自立的手笔。其中有相干、直觉主义、行为论、模糊、非单调等逻辑系统,还有辩证逻辑。我只是提供了一些背景思想,引导他的兴趣转移到辩证逻辑形式化上来;技术方面只有小部分工作才属于我的,但在文字上我作了很多改写。陈自立认为,张清宇研究员的哲理逻辑公理系统或许具有卡尔纳普式的严密性和形式美,然而陈本人却由于工程技术工作者的习惯性思维,迫使自己在建构形式体系时,时刻不忘记要面向计算机编程和机器实现。第三编在计算机人工智能方面的应用,则是由武汉大学计算机科学系朱福喜副教授担任。他在这方面有多年的工作经验,充分消化了 da Costa 的有关文献。

本书作者的逻辑思想带有明显的非正统色彩,可以说我们特别喜欢非经典逻辑并属于逻辑学者中的“第三世界”。例如,我们以处理“次协调矛盾”为核心的辩证逻辑形式化纲领,由陈自立所积极提倡的关于将语义与句法治于一炉的“语义推断”、关于沟通

公理系与自然演绎的“纯规则公理系”、关于价值判断有独立的推理逻辑(可消解罗斯悖论)、关于模糊逻辑仍有弱化的逆否律、反证律等等新奇思想,或许都只能代表一家之言。有些想法甚至包含“野性”思维的成分,然而依我之见,“野性”正是创新的原动力!

在附录中我们收入了三篇 da Costa 等人的经典文献的译文,前两篇是次协调辩证逻辑的最重要的里程碑(命题演算 DL,1980;谓词演算 DL^Q ,1985),由朱志方博士译出;第三篇是最新的次协调数学(1997 年寄来),由胡少文译出。1989 年 5 月广州辩证逻辑会议期间,我有幸与李小五同住一室。经他的证认,当作辩证逻辑提出来的 DL 与 DL^Q 这两个演算的操作模式,相当符合数理逻辑的规格。这就使我心里踏实多了,当时我正在准备“次协调逻辑与辩证逻辑”的专题报告。附录还收了 1997 年在比利时根特召开的次协调逻辑国际会议概要(该概要突出了次协调逻辑研究的几个主要方面:非经典逻辑、辩证逻辑、计算机人工智能)。它由孙思博士译出。全书由我统稿,诸译文由我校订。

在这里,我们要衷心感谢 da Costa 教授多年来一直无偿地提供宝贵的第一手资料,并感谢他亲自为本书作序,这使我们引以为荣。若没有他的无私帮助,本书的完工则是难以想象的。还有,周祥和先生曾为本书人工智能篇拟订写作大纲,为朱福喜做了前期准备工作;友人刘卫先生曾提供《逻辑与世界的协调性》的译文;友人刘东波曾对第三编人工智能部分的初稿提出过建设性意见。谨在此一并表示谢意。

最后,在本书即将出版之际,特别要感谢武汉大学出版社有关领导对本书出版的大力支持,王克强、戴老红、王军风诸先生在编审本书时花费了很多心血。

桂起权 写于 1998.12.25 凌晨
修改于 1999.1.5

目 录

序	牛顿 .C.A. 达科斯塔 1
前言	桂起权 3

第一编 次协调逻辑及其基本原理

第一章 次协调逻辑是从哪里来的	3
第一节 次协调思想并不神秘:几个引例	3
第二节 为什么会产生新逻辑	8
第三节 次协调逻辑的现实原型	11
第四节 悖论、二律背反与次协调逻辑	18
第五节 “协调论”、“交际思维学”中的次协调思想	26
第二章 次协调逻辑发展简史	32
第一节 卢卡西维茨论亚氏矛盾律	32
第二节 瓦西里也夫的“想象逻辑”	35
第三节 雅斯可夫斯基的“商讨逻辑”	37
第三章 达科斯塔的次协调逻辑	42
第一节 概述	42
第二节 次协调命题演算 C_n	44
第三节 次协调谓词演算与摹状词演算	49
第四节 次协调集合论的基本思想	51

第四章 次协调逻辑的其他分支	61
第一节 为什么需要有次协调道义逻辑	61
第二节 次协调道义演算 C_1^D	65
第三节 C_1^D 的道义可能世界语义学	72
第四节 为什么会有次协调辩证逻辑	77
第五节 次协调辩证逻辑 DL 系统的公理	79
第六节 次协调辩证逻辑 DL 系统的元定理	82
第七节 次协调辩证逻辑 DL 系统的语义学	88
第八节 次协调辩证逻辑 DL 系统的扩展	92
第九节 次协调时态逻辑大意	95
第十节 次协调逻辑在其他方面的发展	99
 第五章 次协调逻辑的哲学意义	 105
第一节 次协调逻辑与逻辑哲学	105
第二节 次协调逻辑与辩证哲学	107
 第二编 创建次协调逻辑新系统的尝试	
 第六章 基本构架——可用形式理论的符号表达	 117
第一节 推理关系符号的约定	117
第二节 对“理发师悖论”与康托定理的形式化再分 析	123
第三节 可用形式理论的公理构架	136
 第七章 限悖论逻辑 Lpm 及其扩展	 152
第一节 引论	152
第二节 Lpm 的语义与语义推理	155
第三节 Lpm 命题演算的证明论——极小化语义表 推演	168
第四节 Lpm 命题演算的逻辑特性	180

第五节	LPm 的谓词演算的表推演	188
第六节	容错常识推理(I)	238
第八章	次协调性的相干逻辑 RC(I)	260
第一节	相干逻辑的意义	260
第二节	相干逻辑:古典型逻辑的现代形式	262
第三节	RC(I)语义推理的公理系	266
第四节	RC(I)系统是古典型逻辑	279
第五节	古典自然推理 RC(I)和“3R 关系语义”的 关系	287
第六节	量词的语义模型 $\mathcal{M}$ 与 RC(I)语义推理的 关系	310
第七节	等词 = 的语义推理及其模型	316
第八节	语义推理的可靠性与完全性	318
第九节	重言式的古典型逻辑 RC(I)	319
第九章	次协调性的相干逻辑 RC(II)	323
第一节	寻找相干逻辑的几何代数模型	323
第二节	相干逻辑 RC(II)公式的语义	345
第三节	RC(II)的公理系统	356
第四节	一些重要定理的演绎证明	378
第十章	规范逻辑及法律逻辑的新系统	393
第一节	为什么要研究规范逻辑	393
第二节	行为论的古典型逻辑 RA	399
第三节	法律逻辑的新公理系统 LLA(I)	415
第十一章	次协调性相干模糊逻辑 RFZ	440
第一节	引言	440

第二节	模糊逻辑 FZ 的公理系统的引入	441
第三节	模糊逻辑 FZ 与经典逻辑 BF 的比较	446
第四节	FZ 的谓词演算	463
第五节	FZ 的可靠性	485
第六节	FZ 命题演算的判定	496
第七节	RZ' 命题演算的判定问题	503
第八节	非空模糊全域 D 及 FZ 的模型 $\langle D, \underset{\sim}{\in}, \underset{\sim}{=} \rangle$	505
第九节	相干模糊逻辑 RFZ(次协调性的彻底解决) ...	512
第十二章	哲学逻辑其他新公理系统	522
第一节	直觉主义逻辑的新公理系统 RH 与 RJ	522
第二节	次协调非单调逻辑 PN	570
第三节	辩证逻辑公理系统 DLA 及 DLB	597
第四节	辩证逻辑的新公理系统 DRFL ——尝试刻画《矛盾论》基本原理的一种形式 语言	612

第三编 次协调逻辑在人工智能领域中的应用

第十三章	次协调逻辑在不协调知识库中进行推理的 理论与应用	633
第一节	计算机与人工智能需要新逻辑	633
第二节	专家系统与不协调知识库	638
第三节	广义 Horn 子句逻辑程序的语法	639
第四节	广义 Horn 子句逻辑程序的语义	645
第五节	前固定点的语义	651
第六节	合经典的广义 Horn 子句程序(GHP)	657
第七节	广义 Horn 子句程序的操作语义	663
第八节	对合经典 GHP 的线性定序非 Horn 子句 归结	670