

[南非] Tshilidzi Marwala [意大利] Monica Lagazio

程国建 穆纪芳 强新建

著
译

基于计算智能的 军事冲突建模

Militarized Conflict Modeling
Using Computational Intelligence



国防工业出版社
National Defense Industry Press

基于计算智能的军事 冲突建模

Militarized Conflict Modeling Using Computational
Intelligence

[南非] Tshilidzi Marwala

[意大利] Monica Lagazio 著

程国建 穆纪芳 强新建 译

国防工业出版社

· 北京 ·

著作权合同登记 图字：军-2014-174 号

图书在版编目 (CIP) 数据

基于计算智能的军事冲突建模/(南非)马瓦拉(Marwala, T.), (意)拉贾左(Lagazio, M.) 著; 程国建, 穆纪芳, 强新建译. —北京: 国防工业出版社, 2016.4

书名原文: Militarized Conflict Modeling Using Computational Intelligence

ISBN 978-7-118-10528-5

I. ①基… II. ①马… ②拉… ③程… ④穆… ⑤强… III. ①军事—系统建模 IV. ①E919

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 312770 号

Translation from English language edition:

Militarized Conflict Modeling Using Computational Intelligence

by Tshilidzi Marwala and Monica Lagazio

Copyright © 2011 Springer London Ltd.

Springer London is a part of Springer Science+Business Media

All Rights Reserved

本书简体中文版由 Springer Science+Business Media 授权国防工业出版社独家出版发行。
版权所有, 侵权必究。

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京嘉恒彩色印刷有限责任公司

新华书店经售

*

开本 710×1000 1/16 印张 13½ 字数 248 千字

2016 年 4 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—2000 册 定价 79.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010) 88540777

发行邮购: (010) 88540776

发行传真: (010) 88540755

发行业务: (010) 88540717

译者序

通过模拟自然界中生物体的结构、功能和行为而涌现出了许多新的技术和方法，它们可用于解决人类社会面临的实际问题，包括本书将要论及的国际冲突问题的建模及预防。近十几年兴起的计算智能（或称仿生智能、自然计算或软计算）就是各类自然科学（特别是生命科学）和信息科学相结合的产物，它是指以自然界特别是生物体的功能、特点和作用机理为基础，研究其中所蕴含的信息处理机制、抽取出相应的计算模型、设计出相应的算法而用于解决各类采用传统方法难以求解的问题。

计算智能的发展完全顺应当前多学科不断交叉和融合发展的潮流，其主要特征表现为自治性、分布式、涌现、自适应和自组织。计算智能代表了一大类新兴的基于自然计算和仿生智能的算法流程，目前的研究与应用热点主要集中在：进化计算、人工神经网络、蚁群系统、免疫计算、模糊计算、膜计算等。计算智能的应用领域包括对复杂优化问题的求解、智能控制、模式识别、网络安全、硬件设计、社会经济、生态环境等方面。本书将计算智能方法应用到了求解国际军事冲突问题的建模方面，通过对导致国与国之间走向战争或重建和平的若干特征因素的提取及分析构建数据库，再通过几类计算智能算法的应用，预测战争发生的可能性，进而可进行预警判断与分析，最终也许会以和平手段解决国际冲突。

本书所涉及的研究课题在国内尚不多见，我们希望本书的翻译出版能够填补这一空白，并引起学术界对此类问题的关注，以最小的代价化解国家之间的冲突而重建和平。特别感谢我的几位研究生在本书的初稿翻译中所作出的贡献，他们是：殷娟娟、李旭、冀乾宇、吴海洋、赵倩倩、严俊、聂晓立等，特别要感谢英国爱丁堡龙比亚大学工程创意与计算机学院的王哲博士对部分文稿的校对。

译者
2016年2月

序

在过去的 20 多年中，对国际冲突的预测和解释取得了巨大进步。这个进步源于三场科学革命：

第一场革命是可获得大规模的数据。数以千计的学者通过信息编码来实现这种可能，且使得学术圈也能受益。这起始于 40 年前 Karl Deutsch 和 David Singer 等学者的成就，他们拓宽了对国际关系的科学研究，因此也使其民主化及国际化。在比较政治学方面，类似的努力也表现在提供了可靠的国际政治体系特征数据。这些努力迅速演变成国际共识，在欧洲和世界各地涌现出大量的科学研究项目。它也是跨学科、跨部门的研究，依赖于经济学、人类学、公共健康和其他许多领域，同时受益于许多国家和国际组织的私有与公有部门。本书着重叙述这次数据革命在国家政治体系的系统性编码（民主-专制范畴）、贸易和 GDP、联盟关系、相对力量强弱、地理位置和具有进攻性的国际军事争端（MID）等领域的贡献。

第二场革命是复制技术，使得数据的复制成为现实。尽管很难说是新的标准，但它变得势不可挡。以严谨的观点来看，已发布的实际研究成果必须与相关的数据和计算方法一起公布在永久性的网站上。这种方式已被许多期刊所要求（参照《国际研究视野》在 2003 年 2 月 1 期的特别专题报道），本书作者也采用了同样的方法。然后，这些材料成为了公开的信息，至少在大型而且有活力的课题组，将不再发表有严重错误的材料或者没有验证的计算结果，出版此书未顾及个人得失，对科学进步而言总是有益的尝试。立足于已有的成果，我们希望更好地改进他人的成果，而之后的研究通常会出现新的融合。

第三场革命是持续发展的统计学。在诸多统计学方法中，不同的分析方法将会导致不同的结果。这是不可避免的，因为最终存在一个合适的解决方案使得多方意见达成一致。形式化理论在这个方面起到了很大作用，如果模型本身的描述性很差，统计上的诊断就不够充分。但究竟何种统计方法最为合适，迫使人们在统计方法上迅速做出改进。不可避免的是，一些过去已经

发布的分析结论，例如，忽略了对内生性或暂时性空间依赖的适当控制，在它们被发表以后却不再成立。本书分析的国际网络关系首先从原有的关注单一国家开始，然后发展到双边关系，最后是小型的多国网络关系，如三边关系。

本书清晰地建立在第三场革命的模式之上，立足于已经研发的且应用于多个学科的已广泛采纳的计算智能算法。这些分析结论中，很多表现与早期国际冲突数据的神经网络分析有很大的关系，这些分析先后分别由 Beck、King、Zeng（2000，2004）以及 Lagazio（Lagazio 和 Russett，2004）等人给出。对于预测问题，大多数利用了常规逻辑回归技术，这可以给预测冲突与实际冲突之间提供更为精确的拟合。这些算法不需要对变量之间的函数关系进行假设，计算机算法能够从大规模数据中找到最佳的拟合关系。一些非线性和相互作用的假设可以在较好的理论上用逻辑回归法建立，但不可避免的是，很多其他假设在这种复杂的现实条件下将难以预测。例如，这对于区分两种影响力有用（Kinsella，Russett，2002；Bennett，Stam，2004）：一种是动用武力（如近距离摩擦、强大的经济或军事实力）；另一种是缓解冲突（如共同的民主体制、经济上的依赖关系等）。神经网络及其相关方法在预测方面极具使用价值，尤其预测超出初期建模范围的年度及事件样本。分析人员也可仔细地评估结果，从而在理论上推理出建模初期未曾出现的交互关系。

有两种不同类型的读者可能对本书感兴趣，这两种类型的读者会有一定程度的重叠。第一种类型是对学科高度交叉的智能计算领域感兴趣的读者。这当然不是我所精通的领域，但希望他们在不同智能算法的优劣对比中受益，并且获得更加准确的预测知识。算法之间的权衡依赖于分析者的特殊需求，如假阴性（或阳性）和真阴性（或阳性）之间。在策略的预测方面，人们希望及时获得高概率的真阳性（预期到实际冲突）或假阳性，用于预防或改善预测行为。然而，在现实世界国际关系中，预防性行为无论是通过军事威慑、调解或者经济政治援助都非常消耗财力，所以很少采纳。在医学研究方面也会在成本和收益之间做类似的权衡，确诊和开处方给每一个真正需要治疗的患者，而不会给予轻微感染或者病况并不严重的患者（既折磨人体又耗费资金）。因此，对分析师的实际压力是使假阳性最小化。在实际使用中，这些预测方法所遇到的问题是技术使用的复杂性。第 6 章和第 7 章举例并说明了有关预测的准确性、对分析师的透明度以及在技术上富有挑战的读者之间的权衡。透明度是在此类分析中持续存在的问题。但是，大多数决策制定

者甚至绝大多数国际关系学者都面临这些模型结果的挑战。在许多学科和政策中，以上情况也会随实际应用而发生改变。第 12 章讨论从理论分析预测到实际应用再到控制和限制实际冲突。为了使决策人和策略学习者更宽泛地接收对国际关系所做的预测结果，分析师以表格形式按名称显示出精确到某个时点（如年度或日期）的预测结果（假阳性/真阳性、假阴性/真阴性）。但是，化验师以此方式显示病人的化验结果就不太合适，因为读者对某个个体几乎没有知识可言。在对国际关系趋势的预测上，通过接触特定状态和条件的具体知识可以极大地提高结论的正确性。同样，也可以将导致最终结果的模型和数据加以改善列入其中。这些方法应用到国际关系预测中是非常符合逻辑的。

另一个重要的步骤是促使这些分析者更加接近实时情况。本书使用的数据集没有超过 2001 年。对本书丰富的内容而言，不值得提及。冷战结束至今没有过多地出现冲突事件，但在某些关键的预测变量方面发生了重大变化，如国家是否变得更加民主或独裁、贸易的改变、不同 GDP 的增长速度、盟友的改变等。这意味着，预测 2012 年或其后发生冲突的可能性变得十分有限。我们很难完全克服这种缺陷。在编写本书时，有关国家政治系统的数据（或政治数据）已经更新到 2009 年，而且可利用的对大部分独立变量的测量已接近 2009 年，变化程度很小。实时分析的主要障碍是缺乏有关国际军事争端所属特征变量的信息。我们正在努力把可利用的数据更新至 2010 年，这些数据可在与战争相关的网站上获得：<http://www.correlatessoftware.org/datasets.htm>。

总而言之，我认为本书是国际关系科学分析的重大成果，而且集理论和经验分析于一体。

耶鲁大学
Bruce Russett 博士
2011 年 3 月

前 言

本书介绍如何使用计算智能进行国际军事冲突建模，主要将国际冲突作为科学概念来分析，特别是利用计算智能模型揭示一些非常复杂的国际军事冲突行为。本书基于 20 世纪 60 年代以来的观察，应用多种计算智能技术分析战争和冲突数据，这些分析期望发现新的构思与方法来理解国际军事冲突。

本书的主要目的：使用计算智能这种先进的理解方法来构建实用的平台，用于国际军事冲突的早期预警和管理。这些预警可用于降低国际军事冲突的风险和管理尚未出现的冲突萌芽。

本书用于国际军事冲突建模的计算智能方法主要有人工神经网络、神经-模糊方法、用粒子群优化粗糙集、模拟退火和遗传算法、神经-粗糙集混合模型和控制技术。本书将开辟计算智能用于国际军事冲突建模的新思路。

约翰尼斯堡大学
Tshilidzi Marwala 博士
Monica Lagazio 博士
2011 年 3 月

目 录

第 1 章 国际冲突建模：老问题的新发展	1
1.1 引言	1
1.2 关于国际冲突理论与方法的结合	2
1.3 导致战争与和平的多条汇合路径的复杂性	8
1.4 计算智能在国际冲突分析中的应用	10
1.4.1 灵活性	11
1.4.2 交互性	11
1.4.3 附属国的赞同	12
1.5 数据与变量	13
1.6 本书概要	14
参考文献	15
第 2 章 基于自关联检测法的国际冲突识别	20
2.1 引言	20
2.2 数学框架	21
2.2.1 神经网络	21
2.2.2 贝叶斯框架	26
2.2.3 自关联测定	29
2.3 国际冲突应用	30
2.4 结论	32
2.5 下一步工作	32
参考文献	33
第 3 章 基于多层感知器和径向基函数的国际冲突建模	37
3.1 引言	37
3.2 数学框架	38
3.2.1 用于分类问题的多层感知器	39
3.2.2 径向基函数	44

3.2.3 模型选择	46
3.3 MLP 模型与 RBF 模型对比	47
3.4 国际冲突应用	47
3.5 结论	49
3.6 下一步工作	49
参考文献	49
第 4 章 基于贝叶斯方法的国际冲突建模	55
4.1 简介	55
4.2 神经网络	56
4.3 采样方法	57
4.3.1 蒙特卡洛方法	57
4.3.2 马尔可夫链蒙特卡洛法	58
4.3.3 基于遗传算法的马尔可夫链蒙特卡洛采样	59
4.3.4 模拟退火	61
4.3.5 吉布斯采样	62
4.4 高斯逼近法	63
4.5 混合蒙特卡洛法	63
4.6 随机动力学模型	64
4.7 采样方法对比	66
4.8 国际冲突建模	67
4.9 结论	68
4.10 下一步工作	68
参考文献	68
第 5 章 基于支持向量机的国际冲突建模	74
5.1 引言	74
5.2 背景	75
5.2.1 机器学习	75
5.2.2 人工神经网络	75
5.2.3 支持向量机	76
5.2.4 国际冲突建模	81
5.3 结果与讨论	81
5.4 结论	83
5.5 下一步工作	84
参考文献	84

第 6 章 基于模糊集合的国际冲突建模	87
6.1 引言	87
6.2 计算智能	90
6.2.1 基本模糊逻辑理论	90
6.2.2 模糊神经模型	92
6.2.3 支持向量机	95
6.3 知识提取	96
6.3.1 分类结果	96
6.3.2 模糊规则的提取	96
6.4 结论	97
6.5 下一步工作	98
参考文献	98
第 7 章 基于粗糙集的国际冲突建模	102
7.1 引言	102
7.2 粗糙集	103
7.2.1 信息系统	104
7.2.2 不可分关系	104
7.2.3 信息表和数据表达	104
7.2.4 决策规则归纳	105
7.2.5 集合的上、下近似	105
7.2.6 集合的近似	106
7.2.7 约简	107
7.2.8 边界域	107
7.2.9 粗糙隶属度函数	107
7.3 离散化方法	108
7.3.1 等宽槽分区	108
7.3.2 等频槽分区	108
7.4 粗糙集规划	109
7.5 神经模糊系统	110
7.6 粗糙集和模糊集	110
7.7 国际冲突建模	112
7.8 结论	113
7.9 下一步工作	113
参考文献	113

第 8 章 基于粒子群优化和爬山法优化粗糙集的国际冲突建模	118
8.1 简介	118
8.2 粗糙集	119
8.3 优化方法	121
8.3.1 粒子群优化	121
8.3.2 爬山法	125
8.4 爬山法与粒子群优化对比	127
8.5 国际冲突建模	127
8.6 结论	128
8.7 下一步工作	128
参考文献	128
第 9 章 基于模拟退火优化粗糙集的国际冲突建模	133
9.1 引言	133
9.2 粗糙集	133
9.3 优化方法	135
9.3.1 模拟退火	135
9.3.2 粒子群优化	141
9.4 粒子群优化与模拟退火	142
9.5 国际冲突建模	142
9.6 结论	143
9.7 下一步工作	143
参考文献	143
第 10 章 基于优化粗糙集的遗传算法的国际冲突建模	148
10.1 引言	148
10.2 粗糙集	149
10.3 优化方法	149
10.3.1 遗传算法	150
10.3.2 模拟退火	155
10.4 遗传算法与模拟退火算法对比	155
10.5 国际冲突建模	156
10.6 结论	157
10.7 下一步工作	157
参考文献	157

第 11 章 基于神经粗糙集的国际冲突建模 161

11.1 引言 161

11.2 粗糙集 163

11.2.1 粗糙隶属度函数 163

11.2.2 粗糙集精度 164

11.2.3 粗糙集建模流程 164

11.3 多层感知器 164

11.4 神经-粗糙集模型 166

11.5 贝叶斯粗糙集 166

11.6 马尔可夫链蒙特卡洛模拟 168

11.7 用遗传算法优化的粗糙集模型 170

11.8 国际冲突建模 170

11.9 结论 171

11.10 下一步工作 171

参考文献 171

第 12 章 基于计算方法的早期预警与冲突预防 174

12.1 引言 174

12.2 早期预警与冲突预防：理论、方法及相关问题 175

12.2.1 领域研究进展 176

12.2.2 挑战 178

12.3 计算智能用于早期预警与冲突预防 181

12.3.1 控制国际冲突 182

12.3.2 控制系统 184

12.3.3 贝叶斯网络 185

12.3.4 黄金分割搜索方法 186

12.3.5 模拟退火方法 187

12.3.6 民主、盟友、实力和从属性的调控 187

12.4 结论 190

12.5 下一步工作 191

参考文献 191

第 13 章 结论与最新进展 197

13.1 引言 197

13.2 计算智能领域的新近发展 199

13.3 国际冲突建模的新近发展 200

第1章 国际冲突建模：老问题的新发展

1.1 引言

本书将国际冲突分析作为一个科学现象进行研究，尤其是研究通过计算智能建模方法来拆解国际冲突所展示出的复杂行为（Lagazio 和 Russett, 2004; Chernoff, 2004）。

最早出现的这种典型事例要追溯到 20 世纪 60 年代，这里包含大量的将计算智能技术应用于战争和争端数据的分析应用。通过分析力图找到新的思想和方法来解释国际冲突。目标是使用这些解释建立实用的平台与方案，以用于早期预警和冲突管理。借助这些预警，政治家可以减少国际冲突的风险和处理已出现的冲突。

目前，在预测和解释国际冲突方面已经取得了很大进展。数据的改进、理论和方法都取得广泛应用，但仍然要做很多的工作：

首先，许多因素（如地理相邻、相对力量、联盟、政治体制类型、经济相互依存）对其有着重要的影响，即使较成功的多元分析方法也遗留了大量的未能解释的冲突行为。这可能是由于数据不足、规格、理论、复杂度或简单的随机变化而引起的。因此，在预测和实际应用中必然会出现这种分析的功效问题，以及所有这些研究成果是否应该用于政治目的（Geller 和 Singer, 1998）。

其次，国际冲突是一种复杂的现象，常表现为非线性和非单调的交互模式。这些复杂性是很难捕捉的，因此需要建模。

最后，这里的因果和预测关系问题在时间与空间上是否是稳定的。例如，在 20 世纪和 21 世纪，民主和经济相互依赖是否降低了国际冲突的风险（Thompson 和 Tucker, 1997; Maoz, 1998; Russett 和 Oneal, 2001），或是它们的影响是有限的和虚假的（Gowa, 1999; Ray, 2005）。这类怀疑也存在于国际组织对冲突动态做出的贡献（Oneal 等, 2003; Oneal 和 Russett, 2006; Boehmer 等, 2004; Pevehouse 和 Russett, 2005）。

为了发现持久的冲突动态并进一步阐述冲突结果之间的关系，开发和测试了几种计算智能模型。虽然计算模型不是万能的或总是合适的，但是我们相信在国际冲突的分析中他们提供的计算智能建模方法还没有得到充分利用，更谈不上应用于政治学。因此，我们的第一个目标是提供一个全面的研究调查，该

调查使用计算智能方法建立洲际模型。对不同模型已有研究结果的分析和比较,不仅允许对冲突数据应用智能计算且对其应用的优势和劣势做深入的实际评估,还可以对在战争中可能的导致因果机制提供重要的评论。这些模型强调非线性、交互模式和需要捕捉现实世界中动态变化的多种因果关系。此外,通过对每一个模型性能的分析并且加以比较,可以改进在文献中提到的理论框架的实际应用效果。事实上,已经提出具有国际关系背景的结构特性的因果性解释,但是对预测而言没有实际的帮助,这值得怀疑(Beck 等, 2000)。

本书的第二个贡献是进一步改进了计算模型提供的方法工具集,包括以上所有的因果解释关系。那些通常被认为是黑盒子的计算模型,已经引起对模型做出简单、易解释和仔细定义的社会学家们的怀疑(Ray 2005)。政治科学家有回避预测的传统,这样有利于对因果性解释的强调。因此,重要的是提出的任何新方法允许因果性解释和改进预测。这对实践者而言是最重要的。尽管知道一个特定冲突的风险可以帮助国际焦点和资源集中于高度动荡地区,然而评估不同的外交政策需要人们知道哪些行动该被采纳。比如,不断提升的民主和经济依赖性是否会促进和平。我们最后的目标是定义仍存在的研究难题,并且着重提出有前景的研究方向。

本书分为 13 章:第 2~11 章主要介绍计算智能模型对冲突数据的不同应用场合。每章对具体方法有概要性描述,评估其在国际冲突建模中的优势和不足,从模型结果提取有用见解的框架。此外,对于每一个应用分别讨论研究结果的理论与方法论意义。第 12 章利用从不同模型中得到的结果和因果解释,开发了用于早期预警和冲突管理的实用方法。第 13 章主要关注研究方向、识别领域和需要进一步的研究工作。

本书中讨论的很多问题仍然在不断地发展,并且专家之间也存在争议。因此,本书的宗旨是促进这些问题的进一步讨论和验证,而不是给出结论性答案。我们希望本课题的研究工作,能够激发更多的关于这一主题的进一步研究和创新性思考。

1.2 关于国际冲突理论与方法的结合

20 世纪的上半叶,认为国际冲突研究是外交史上的一个子学科。研究人员主要关注的是导致第二次世界大战的历史事实和事件的描述。直到 20 世纪 60 年代,才见证到政治学学科所采用的科学方法,并开始出现了主流的、定量的战争实证研究工作(Richardson, 1960; Deutsch 和 Singer, 1964)。其间, Singer 在战争关联性(COW)方面的开创性努力对系统分析国际冲突的发展做出了重大贡献。Singer 和 Small (1972) 收集并整合了能够追溯到 1816 年的战争事件的数据集。Singer 还集中收集了国际军事争端(MID)的起源和发展的数据集,

这已被证明是 COW 项目取得的伟大成就之一。Singer 认为,通过专注于数据产生及数据定量分析的准确性和复制性发现经验模式,进而产生对国际冲突的概括和解释。

COW 项目已经采取了几个层次的分析。Singer 最初支持国际系统或系统论方法,认为这是最有前途的,也怀疑过国家权利的调查水平,与 Waltz (1979) 有共同的观点。随后,Small 和 Singer (1976) 声明了对新兴的系统级和国家层级之间的中间层次分析的怀疑,即同盟国家或双边关系的确定。尽管有这些怀疑,但 Singer 在双边互动的 MID 数据集概念中仍有一定影响力(Leng 和 Singer, 1977),这是一个二元论方法。

从方法论的角度看,大部分使用 MID 数据集的初始工作主要是描述性的,通过统计分析映射国际系统特征和关系,并假定为线性映射。Small 和 Singer 在评估其研究的实验结果时也很谨慎。其间,这两位政治科学家质疑民主和平理论,主张民主国家之间和平区的存在(Babst, 1972; Doyle, 1983, 1986)。在他们的研究设计中,分析时间框架的低频率被视为民主国家一个严重的缺陷。因此,Small 和 Singer 认为由于在其数据集中只有少数的民主国家存在,所以民主国家之间的战争干预水平低可能是统计结果。从那时起,民主和平观点与现实主义观点在国际战争方法和理论的辩论中发挥关键作用。使用的国际冲突数据在随后的研究中,要么支持民主和平的假设、拒绝统计结果辩论,要么未能发现民主与战争之间的任何一致的关联,因此把民主和平理论看成特定时间或特定类型的战争(Weede, 1984; Domke, 1988)^①。从政治哲学的角度的理论解释也得到了发展(Doyle, 1986)。

民主和平结果的争论在聚焦民主这一主题上是有益的,而且在一定程度上从理论和实证两个方面开展的国际冲突的研究也是有益的^②。其他的 COW 数据协会(Maoz 和 Abdolali, 1989; Bremer, 1992)在这两个级别已经取得重大的理论创新。Maoz 和 Abdolali (1989)集中在单一级、二元级和系统级三个层级的分析。虽然单一级和系统级没有明显的证据支持民主与和平之间的联系,但二元级已表现出较强的结果。该结果被许多政治科学家沿用(Morgan 和 Howard, 1991; Morgan 和 Schwebach, 1992; Weede, 1992; Dixon, 1993; Moaz 和 Russett, 1992)。一些研究试图探索更多关于民主与和平主张的实证前沿。Maoz 和 Russett (1992)的工作把民主与和平主题扩展到低于国家间战争的军事冲突。通过对战争的原始关注延伸到其他类型的低级别的军事行为,Moaz 和 Russett (1992)在数据集中的积极因素例子明显增加。此外,他们通

① 需要注意,所有这些研究都是在国家层面管理而非某个双边层面。

② 双边假设表明尽管民主政体通常比不民主政体爆发的战争多,但事实上他们之间很少发生战争。

过控制距离远近和强国参与两个解释变量测试了二元结果的鲁棒性。研究表明，当这两个因素被控制时，民主国家继续对国际冲突的概率有一个系统的、一致的减少趋势。Bremer 寻找“危险对”，就像 Maoz 和 Russett 努力研究在何种程度上民主的结果是强大的一样。同时，进一步证实，研究的进展也提供了二元民主的影响是否仅仅限于现代时期的探索研究。

Russett 和 Antholis (1992)、Ember 等 (1992) 及 Weart (1994) 提供了旁证，认为民主和平区延伸到原始社会和希腊城邦制度。此外，成熟的理论解释了存在这样一种因果联系。早期的努力分为文化/规范和结构/制度的两类解释。前者强调共同的民主原则、知觉的角色和期望的行动者的行为，后者则强调对民主决策过程制度约束的重要性。

在国际冲突分析中越来越多的人接受民主与和平主张，这产生了新一轮的批评。采用中立主义的观点，新的研究强调政治制度的性质与和平的经验之间的关联是虚假的。相反，他们认为和平是共享的、短暂的战略利益的结果 (Layne, 1994; Spiro, 1994; Farber 和 Gowa, 1995)。通过强调系统情况多于二元特征，中立主义的观点认为，冷战时期的两极结构以及由民主霸权提供的政治领导者 (美国) 创造了奉行民主国家之间的和平范式。这两类大国 (民主与专制) 之间的持久利益冲突，民主国家之间可产生一致的共同利益模式。由于被共同的敌人所威胁，民主国家通过采用平衡的行为回应两极体系的威力，其目的是与其他受威胁的民主国家联盟。此外，民主国家之间共同利益格局在民主国家的利益和回报进一步得到加强，民主国家的利益来自于成形的国际体系和民主党派的统治 (Lemke 和 Reed, 1996)。

综上所述，对民主国家之间奉行中立主义的主要战后联盟已间接产生了“自由和平”现象。Faber 和 Gowa (1995) 支持具有经验证据和统计分析的中立主义的态度。他们发现，在 1914 年以前民主与战争之间没有统计学意义。他们的统计分析有问题，所划分的四个时期为：前冷战时期 (1816—1913)、第一次世界大战时期 (1914—1918)、第二次世界大战之间的时期 (1919—1938) 和第二次世界大战时期 (1939—1945)。这种分层策略的统计意义是减少分析样品中的民主国家的数目。对于数据的分析，减少了时间框架意味着在一定时期内民主国家的数目很小，以至于观察到的和预期的频率几乎没有区别，在统计学意义上变得微不足道。

虽然基于利益解释的证据是混合的，但是这些研究为战争单一模型 (将不同因素的理论和分析水平整合) 铺平了道路。Vasquez (1993) 的工作是一个令人信服的、从多个研究和分析层次实证调查的例子。Vasquez 提出一种因果关系，它产生一系列的步骤，并最终导致战争。最初的导火索是领土争端，但它是来自不同层面、不同属性的汇合，从密谋争端升级到暴力和最后的世界大战。追求这种一体化的观点，博弈论提供了结合不同理论与层次的一个强有力工具。通过研究不同的理论与对决策者开放的有关，来自于不同层次选项不同限制的