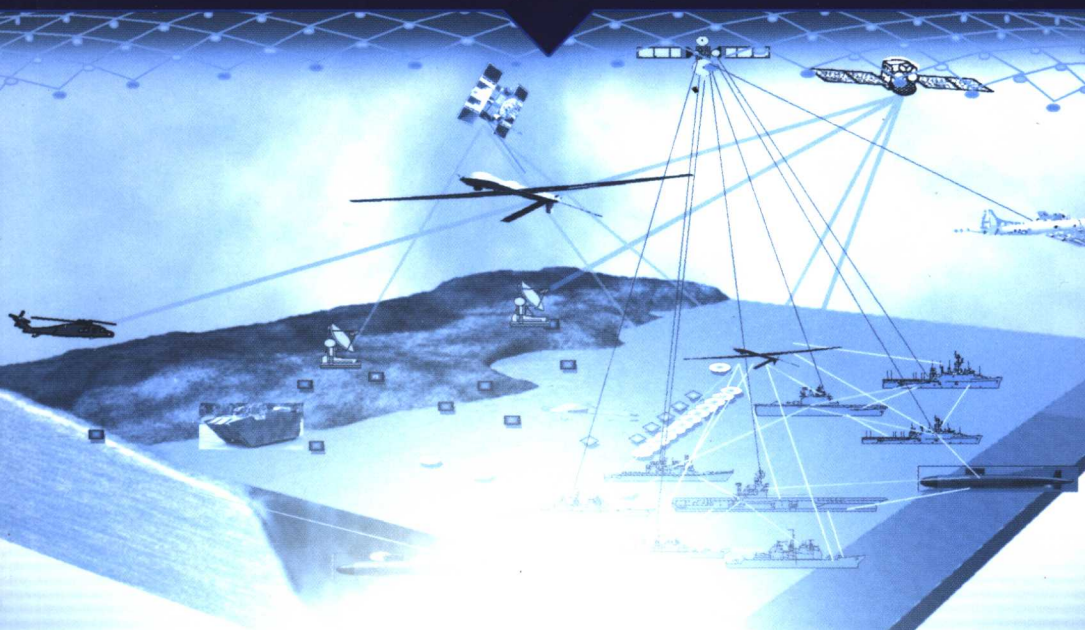


信息时代网络化战争丛书



Distributed Networked Operations

The Foundations of Network Centric Warfare

分布式网络化作战

——网络中心战基础

〔美〕杰夫·凯尔斯 (Jeff Cares) 著 于全 译



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

ISBN 978-7-309-05229-4

Distributed Networked Operations

The Foundations of Network Centric Warfare

分布式网络化作战

——网络中心战基础

James D. Johnston, William A. Stiner, III, Fred L. Roth

James D. Johnston, William A. Stiner, III, Fred L. Roth
John Wiley & Sons, Inc.

信息时代网络化战争丛书

分布式网络化作战

——网络中心战基础

Distributed Networked Operations
The Foundations of Network Centric Warfare

〔美〕杰夫·凯尔斯 (Jeff Cares) 著 于全 译

北京邮电大学出版社
• 北京 •

Distributed Networked Operations
The Foundations of Network Centric Warfare

Copyright © 2005 by Jeffrey R. Cares

All rights Reserved. Authorized translation from the English language
edition published by Alidade Press.

分布式网络化作战——网络中心战基础

Copyright © 2005 by Jeffrey R. Cares

版权所有。经 Alidade 出版社授权由英文原版翻译。

著作权合同登记号 图字：01-2006-5646

图书在版编目 (CIP) 数据

分布式网络化作战：网络中心战基础/（美）凯尔斯（Cares, J.）著；于全译。
—北京：北京邮电大学出版社，2006

ISBN 7-5635-1347-7

I. 分... II. ①凯... ②于... III. 计算机网络—应用—战争—研究
IV. E919

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2006）第 120785 号

书 名：分布式网络化作战——网络中心战基础

编 著：〔美〕杰夫·凯尔斯（Jeff Cares）

翻 译：于全

责任编辑：李欣一

出版发行：北京邮电大学出版社

社 址：北京市海淀区西土城路 10 号（邮编：100876）

北方营销中心：电话：010-62282185 传真：010-62283578

南方营销中心：电话：010-62282902 传真：010-62282735

E-mail：publish@bupt.edu.cn

经 销：各地新华书店

印 刷：北京源海印刷有限责任公司

开 本：787 mm × 1 092 mm 1/16

印 张：9.5

字 数：126 千字

印 数：1—3 000 册

版 次：2006 年 11 月第 1 版 2006 年 11 月第 1 次印刷

ISBN 7-5635-1347-7/TP · 260

定价：19.00 元

• 如有印装质量问题，请与北京邮电大学出版社营销中心联系 •

译者序

1997年美国海军提出“网络中心战(NCW)”的概念之后,很快就成为全球军事理论界的研究热点,各国军队也纷纷投入到了从“以平台为中心”向“以网络为中心”的“军队转型”大潮当中。

然而,十年过去了,人们发现关于“网络中心战”的一些最基本问题,不论是在理论上或是在实践中,都还没有得到明确的回答。例如,网络化部队的主要特征是什么?如何构建面向“网络中心战”的数字化部队?如何充分发挥和定量评估网络化的作战效能?我们不得不承认,所谓“数字化部队”、“信息化战争”及“全球信息栅格(GIG)”等等这些经常被引用的概念或多或少存在一定的炒作成分。

在我们面对诸多困惑苦思冥想的时候,Jeff Cares的新作《分布式网络化作战——网络中心战基础》使人精神为之一振。这是第一次用严格的数学推导方式定义了分布式网络化作战的模型,

分析了网络化部队的特征,评估了网络化作战的效能,毫无疑问这是一件了不起的开创性工作。由于该书引入了大量的关于复杂网络的数学理论,有些章节读起来可能比较枯燥,但是作者还是给我们带来了许多非常有启发性的,甚至是令人兴奋的观点。

本书提出的分布式网络化作战的数学模型,在极端情况下恰好简化成经典的兰彻斯特方程,也就是说这种新的模型能够同时用来描述传统的机械化战争和未来的分布式网络化战争,因而可以将两者进行分析比较。作者还指出“网格”(Grid,也常被翻译成“栅格”)的结构缺乏自适应能力,不适合作为分布式网络化作战的网络结构。虽然“网格”通常只是一种比喻的说法,但由于它与理想网络结构相距甚远,因而即使作为比喻也不恰当。虽然信息技术迅猛发展,但信息化作战理论却相对滞后,“网络中心战”常常被误解为是利用信息技术(IT)来提高传统的机械化作战的效率。分布式网络化作战不是由少数同类的大单元来控制,而由大量不同的小单元来主导。传统的战争理念认为部队的速度是由最慢的单元来决定,而分布式网络化作战模式修改了这条规则——最敏捷的单元代表了部队的速度。分布式网络化作战最重要的七大特征是:重组性、分散性、机动性、隐蔽性、邻近性、灵活性和持续性。

目前各国军队普遍采用的自顶向下的装备研制方法已很难适应分布式网络化作战的需要。对于一个运行在复杂环境中的复杂系统,本书提出了一种具有循环反馈的系统开发流程,即环境评估、任务评估、仿真实验、“物理抽象”实验、反馈实验、高置信度仿真、研制和测试及作战效能评估等8个阶段。

在我们还热衷于《狼图腾》中狼文化与龙文化的讨论时,相关研究成果却已表明:狼群作战体现了分布式网络化作战的雏形,是一种典型的分布式多跳自组织(Ad-hoc)网络。它具有作战意图隐蔽、战场资源自适应动态分配以及作战力量自同步的能力。人们普遍认为信息化战争必须要有很高的通信带宽,才能实现公共数据



库的同步和战场态势信息的共享。然而，通过把高效的传输机制、路由策略以及信息分发管理（IDM）等手段进行有机的结合，狼群的通信能用非常低的带宽来表达十分丰富的含义。因此，既然通信带宽始终是信息化建设中的一个巨大瓶颈，为何我们不从狼群身上汲取一些灵感来设计简单、低功耗、低带宽需求的系统，实现狼群那样的个体简单却能组合成强大杀伤力的复杂集体呢？

分布式网络化作战给现代战争带来了前所未有的灵活性，也必将引起作战模式和指挥艺术的深刻变革；同时在商业模式创新、产品开发流程、客户关系管理、市场营销模式、人力资源管理等商用领域也有着广阔的应用前景。

本书的翻译工作由于全、王春江、刘宁宁、刘千里、汪李峰、刘建武、陈迎锋等人完成，于全对全书进行了统稿和审订，刘俊平对部分章节进行了校对。

由于译者水平有限，译文中难免会有疏漏和不当之处，恳请读者批评指正。

于全

2006年8月于北京

前 言



本书旨在用定量分析的方法来精确描述“分布式网络化作战”的概念，也可以说是对当前广泛关注的“网络中心战”理论的一种提炼。“分布式网络化作战”的观点认为：战斗进程是由大量的不同类型的小单元来主导，而不是由少数的同类的大单元来控制，近期的实例有深海舰队间的海战和战略轰炸行动等。

在阿富汗及伊拉克战争中，从理论上以及很大程度在实践上表明，“分布式网络化作战”是由海军、陆军和空军联合达成的，而其中任何单独的部队都不比一支常规的舰队、空中部队或装甲师的实力更强。与传统的作战方式相比，这种作战方式有明显的优势。例如：合理地实施分布式网络化作战能够减少战争对个体单元生存性的依赖，因而这种类型的作战模式将很难被对手打垮。

关键的问题是地理上分散的活动和功能上不同的部队是如何进行协调组织的，或者说是如何进行控制的。这显然是一件非常复杂的事情，需

要深入理解构建“分布式网络化作战”的基本概念。本书期望通过研究控制理论及其对部队编程结构的影响来帮助读者加深对这些观点的理解。

目前有关“网络中心战”的文献虽然很多，但研究深度不尽如意，这也是作者编写本书的主要动机。自从 20 世纪 90 年代中期“网络中心战”概念提出以来，在理解“网络中心战”如何运作上并未取得实质性的进展。就像一款新车即将上市那样，网络中心战的观念也要经受得住详细分析和实践检验。然而，糟糕的是一些“网络中心战”文献的作者很难接受他人有价值的批评意见，在这种狭隘心态下产生的各种“网络中心战”武断学说阻碍了有关军事变革开放、健康的讨论。在未经充分论证的情况下，国防部门就采纳了许多“网络中心战”的观点。可是，从“网络中心战”概念首次提出到现在近十年以来，有关文献及五角大楼（美国国防部）的简报都没有使人们对“分布式网络化作战”所具有的优势有清晰的了解。

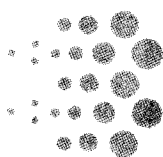
推进研究深入的责任终归还是要靠那些至今没有拿出足够精力来挑战“网络中心战”规则的人。出版本书的目的就是为了发起这样一种挑战。然而，我也清醒地认识到，提出并为一种新的理论进行辩护将可能导致类似的武断言辞和以自我为参照的推论。由于这个原因，我开辟了一个网站供大家就本书内容进行讨论（<http://www.dnobook.com>）。欢迎大家登陆这个网站就本书的内容提出批评意见，参加有关“分布式网络化作战”的详细讨论，并就“分布式网络化作战”的理解发表自己的看法。

国防部门真正认清“网络中心战”的价值还会有一个相当长的过程。本书希望通过提出一些严谨而又基本的理论观点，为“分布式网络化作战”的深入研究带来一个良好的开端。

杰夫·凯尔斯 (Jeff Cares)

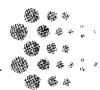
新港，罗德岛州

2005 年 8 月 22 日

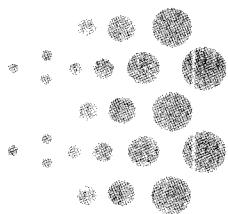


第1章 概 述	1
1.1 狼 群	3
1.2 作战艺术的演变	7
1.3 分布式网络化部队	8
1.4 本书结构	9
注 释	10
第2章 出发点	12
2.1 不确定性	13
2.2 “近似英语”的例子	14
2.3 相关性和偏斜分布	18
2.4 战斗建模	20
2.5 战斗模型的种类	21
2.6 有用的战斗模型	22
2.7 通用战斗模型	24
2.8 齐射模型	24
2.9 通用战斗模型描述信息时代作战的 适用性	25

2.10	网络中心战建模	26
2.11	转变建模思想	28
	注 释	29
第3章	复杂军事环境	33
3.1	复杂性与尺度	35
3.2	多尺度表示法	36
3.3	“没有免费午餐”的控制法则	37
3.4	战争域	38
	注 释	41
第4章	自适应指挥控制	44
4.1	最优化与自适应	45
4.2	规则的类型与使用	56
	注 释	60
第5章	信息时代的战斗模型	63
5.1	网络的数学结构	64
5.2	网络结构	65
5.3	战斗网络	66
5.4	维数与复杂度	67
5.5	与现有模型的比较	69
5.6	网络动力学	70
5.7	环的类型	71
5.8	网络化效能的度量	74
5.9	网络演进	77
5.10	军事网络的统计方法	83
	注 释	87
第6章	狼群狩猎	90
	注 释	100



第 7 章 实现分布式作战	101
7.1 特性定义	103
7.2 作战能力	105
7.3 开发分布式网络化系统	106
7.4 分布式网络化设计	111
7.5 跨学科研究方法	113
注 释	114
附录 I 商业应用	115
后 勤	115
运 输	116
管理理论	116
生 产	116
商业模式创新	117
客户关系管理	117
产品开发	117
人力资本	118
市场营销	118
价值链分析	118
注 释	119
附录 II 复杂网络入门	120
网络理论	120
网络比较	128
最佳网络参数	130
注 释	137
缩略语	139



第 1 章

概 述

纵观人类历史，人们总是通过各种汇聚网络把大家组织在一起，以完成广泛的社会、政治、商业或军事任务。自从 20 世纪 90 年代信息技术迅猛发展以来，各社会集团以及他们之间的基本交互模式开始发生革命性变化。无论是商业上实现与全球合作伙伴之间的实时协作，还是年轻人在虚拟网络视频游戏中的分组对抗，社会的方方面面都难免受到科技推动的网络化影响。

军事领域也不例外。借助可靠的通信网络，指挥官从以往不得不依靠物理上接近或逐级响应来拨开战争的迷雾，发展成为现在能够近实时地部署兵力和调整部队行动以产生巨大的作战效能。分布式兵力和网络化控制这两个要素，使得战争在作战艺术和作战行动两个层面上出现了革命性的变化，从而改变了参战部队指挥官的战略选择。

选项意味着选择，选择意味着有价值的建议。世界军事从工业时代到信息时代变革的最大

挑战是分布式网络化的部队给现代战争带来的价值观的发展（当然是与工业时代的战争相比）。事实上，信息时代人类在其他领域的变革成效在很大程度上是无法描述的，但通常市场因素就可以决定其价值大小。在所谓的新经济中，处处体现“优胜劣汰”的规律。信息时代的主管人员使用平衡表、销售计划和顾客调查来细化新商业模式市场价值的预测。意外的收获、严峻的考验和工作的失误总是存在的，但商业的投机行为和市场的变幻莫测不应改变我们对国家安全现实的冷静认识，军事费用是非常昂贵的，又潜在着太多不必要的人员伤亡的可能，拿主权和自由作为投机对象的代价太大了。

进一步研究国防价值这一课题，人们会发现一个更加深刻的挑战，价值追求者在对传统的军事力量评估时会明显地发现一些糟糕的特性。举一个众所周知的例子，除非战场“兵力对比”的统计显示己方具有 3 比 1 的兵力优势，苏联红军的各级指挥官是被明令禁止发起进攻的。战斗中可能会额外增派两个师，而这场战斗可能只需要很少的兵力就能取得胜利。以一个信息时代的价值观来看，问题的关键在于这些计算隐含了一种内在的信息代价，一种工业时代非常普遍的“不知情税”。苏联红军集结并投入 3 倍于所需的兵力，是因为他们不理解作战的复杂性是如何体现的。简单来说，他们是在依赖人员和装备上的大量投入来简化复杂的战场世界。

这种方法也普遍存在于当代军事的投资决策中。例如，美国海军曾花很长时间来发展用于争夺海岸线战斗的装备计划。在冷战时期往往认为，海岸线的争夺与公海上的战斗相比是微不足道的。虽然争夺海岸线的战斗规模比深海上的战争要小得多，大型平台的项目却在舰船制造预算中占到了最大的份额。人们通常还认为大型舰船在沿海地区也是具有优势的，因为大型舰船上能够搭载比小型舰船更多的战斗力量。

然而，最近美国海军意识到更大的威胁来自敌国阻止美国战



舰进入他们的近海^[1]。在近海作战条件下，大型舰船——这种工业时代的昂贵的猛烈战斗力量的体现，不仅战略价值较低，而且由于投入的战斗能力远远超过实际所需，导致付出了类似的“不知情税”。原有的价值观念遭到颠覆，小型的、廉价的战斗单元有可能优于大型的、昂贵的作战平台。

基于这种认识，美国海军已经开始把重点从大规模公海战争转移到发展更适合于沿海地区作战复杂性的小型平台。美国及其他国外部门得出了关于自身部队结构和装备发展观念的相似结论，即需要开发一种基于小型化、网络化、由人或机器人操控的系统，信息时代的价值实现将不会使新的军事力量和武器平台变得更加庞大。

1.1 狼 群

尽管我们无法确定目前尚不存在的复杂分布式网络化军事力量的作战特征，但研究有关方面的问题还是可能的，比如兵力设计原理，可能的试验条件以及关于分布式集团的指挥、控制和作战的新思想，其中最富成效的是对狼群行为的研究。长期以来传统军事作战一直能从动物行为中得到启示，群体行为的典型示例就是二战时期的德军潜艇。对狼群行为的研究表明，狼群的聚集比德军潜艇编队要复杂得多。通过对历史及狼群行为的深入思考，我们发现早在比斯开（Biscay）湾战役时就出现了分布式网络化兵力的雏形。

从最基本的层面上讲，狼群与军事力量的共同之处在于狼群必须追捕并攻击猎物，正如军队必须搜寻并摧毁敌人一样。从分布式网络化军队的角度看，这两项功能反映出了自适应行为的双重先决条件：侦察和行动。狼的研究者强调：狼群具有与另一种突袭能手鲨鱼完全相同的适应能力。然而，鲨鱼是依靠其个体猎杀目标的天赋取得突袭成功，而狼则是依靠群体来获得成功，这一成功是集体力量的结果。正如分布式网络化军队如果失去了其

他部分的协作支持就会被击败，被排斥的狼在被驱逐出群体后就会很快孤独地死去。

狼群与军队一样有着领导、组织和通信，如图 1.1 所示。在狼群中公认最强壮的公狼或母狼将被确立为头狼的领导地位，并在狼群中建立起等级秩序，也就是狼群的组织。狼群通过吼叫、面部表情和尾巴的姿态等方式来沟通在这个等级社会中的排位。所有的狼都能识别这种语言并进行交流，例如什么时刻发起攻击，什么地点集合，什么时间休息。



图 1.1 狼群的领导、组织和通信

尽管狼群缺乏人类的分析能力，但它们的行为绝不简单，对分布式网络化军队的发展、作战和指挥均具有重要的启示。例如，典型的信息时代作战通常要假定部队中每一个单元都具有很高的通信带宽，以便所有单元能够通过公共数据库和公共态势图来直接共享战场信息。然而，狼群的通信却能用非常低的带宽来表达十分丰富的含义。一个简单的信号，如头狼竖起尾巴传达是发起攻击的信息。这样的通信一般是局部的，不需要狼群中所有成员都收到，只需要与头狼类似的处于领导地位的少部分成员感知即可。这部分狼再向级别更低的狼群传递它们自己的信息，很



快整个狼群就获知猎物就在附近，攻击即将开始。在大雪中追踪驼鹿时，头狼会带领狼群保持一列纵队，并且通过等级传递方式不断修改队形。这种集体行为对分布式网络化军队的发展提出一个有益的课题：既然战斗力分布在一个较小的网络化环境时，功耗和通信的制约就构成了一个相当大的挑战，那么工程师和作战人员为何不从狼群身上获得一些灵感来设计简单的、低功耗的、低带宽需求的系统来完成战斗任务呢？

狼群行为的另一特征是针对不同猎物进行资源的动态分配，这也与分布式网络化部队的发展需求相似。狼群对捕食对象是不加选择的，它攻击和吞食从松鼠到驼鹿的任何动物（但有一个重要特例：狼只在传说和神话中才攻击人类）。狼群会动态地重组，形成不同规模的战斗团队来攻击不同大小的猎物。例如，当猎物是松鼠或兔子时，尽管它们仍然是整体行进，但会由一只狼来独立完成捕猎。当狼群遭遇大型猎物时，就会有更大规模的狼群投入到捕猎行动中。例如，一只小鹿可能需要两三只狼协作捕猎，一只成年驼鹿就需要整个狼群更复杂的合作。对于分布式网络化部队，一般假设标准规模的集团就是面向相同规模对手的集团的。于是，狼群的集体行为再一次为发展分布式网络化部队提出了一个重要问题：作战概念能否像狼群攻击（如图 1.2 所示）那样明确包含对不同规模任务的策略？

对狼群攻击战术的深入研究为分布式网络化部队的设计和作战提供了灵感，尤其是当狼群进攻的目标是像鹿或者驼鹿这样的大型猎物时。在冬天对驼鹿进行攻击时，雄性或者雌性头狼带领狼群沿一列纵队穿过厚厚的积雪。如果狼群能够接近驼鹿，这只驼鹿将站在原地并凝视着头狼。如果头狼的决定不是后退而是进攻，一旦它扑向驼鹿，每只狼都执行各自唯一的、简单的攻击任务。当一只或两只狼用利牙咬住驼鹿的后腿时，另外一只狼就会咬住驼鹿丰满的鼻子，不断地摇摆来消耗驼鹿的体力。一些狼攻击驼鹿身体的前部时，另一只狼就会去咬断驼鹿的喉咙。狼群凶