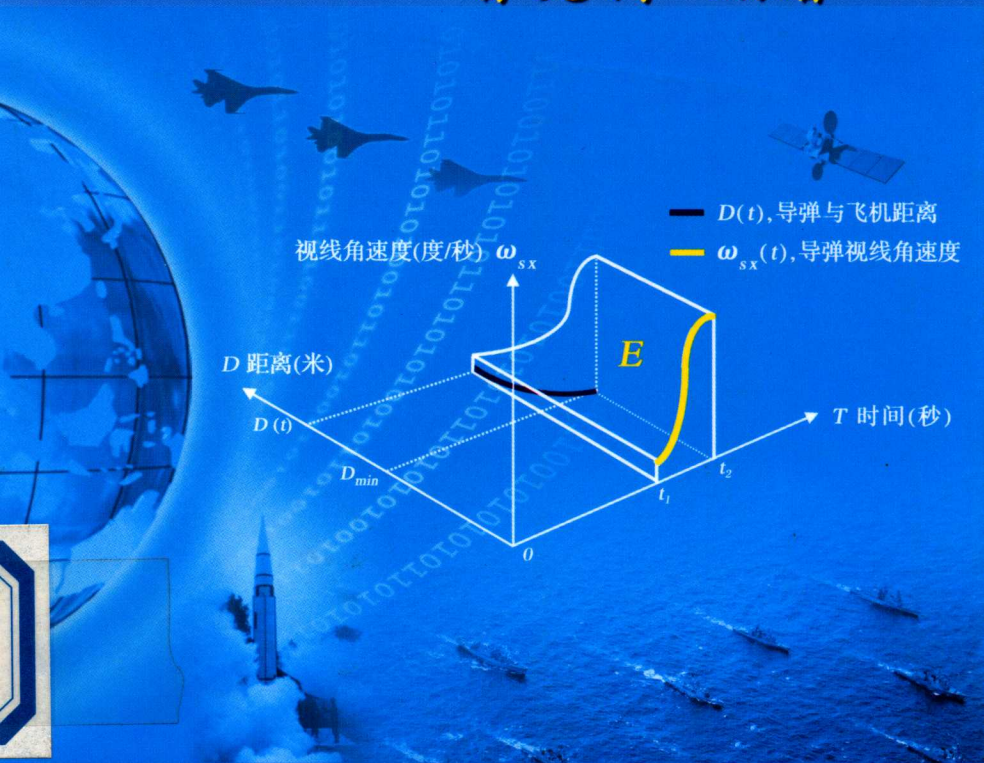


JUNSHI ZUIYOUHUA XINFANGFA

# 军事最优化新方法

曾宪钊 编著



军事科学出版社

# 军事最优化新方法

曾宪钊 编著

军事科学出版社

图书在版编目(CIP)数据

军事最优化新方法/曾宪钊编著. —北京:军事科学出版社,  
2005.6

ISBN 7-80137-836-9

I. 军... II. 曾... III. 军事数学-最优化算法 IV. E911

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 015547 号

军事科学出版社出版发行

(北京市海淀区青龙桥/邮编:100091)

电话:(010)62882626

经销:全国新华书店

印刷:北京颐航印刷厂

开本:850×1168 毫米 1/32

版次:2005年6月北京第1版

印张:8.875

印次:2005年6月第1次印刷

字数:210千字

印数:1-3000册

书号:ISBN 7-80137-836-9/E·563

定价:15.00元

## 序

近年来,最优化理论和方法作为一门迅速发展的数学学科,已成为军事运筹学的重要基础,对军事科学众多学科发展起了促进作用。

纵观 1991 年海湾战争、1999 年科索沃战争、2001 年阿富汗战争及 2003 年伊拉克战争,世界新军事变革的步伐正在加快。借鉴外军在军事运筹和作战实验中有效使用的新理论、新方法,对于我军实现“建设信息化军队,打赢信息化战争”的战略目标,向科学管理要战斗力,走出一条投入较少、效益较高的国防和军队现代化建设路子,具有重要意义。我很高兴看到曾宪钊研究员编著的《军事最优化新方法》一书在此时出版,恰逢其时。

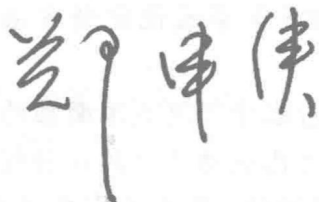
作者着眼于解决我军面临的一些军事最优化问题,研究了国外已成功应用的 6 种新方法,并在其中 3 种新方法(神经网络、遗传算法及探索性分析方法)研究和应用中取得了可喜进展。在 15 年军事科研和研究生教学工作基础上,完成了《军事最优化新方法》专著的编写任务。

我作为一名空军老飞行员和指挥员,认为本书对于我空军军事运筹研究有很大益处。书中介绍的新方法可望在军事领域获得更广泛应用,很值得进一步研究。

我相信本书能帮助科技人员、大学生和研究生了解军事最优化理论方法研究的新进展,学习和应用军事运筹学。

军事科学院的创建者叶剑英元帅曾鼓励我们:“攻城不怕坚,攻书莫畏难。科学有险阻,苦战能过关。”祝愿广大科技人员,特别是青年科技人员,写出更多、更好的军事学术著作,为繁荣我国军事科学,促进军事运筹和作战实验等学科创新与发展,做出更大贡献。

中国人民解放军军事学院院长  
中国军事科学学会会长

Handwritten signature in black ink, reading '叶剑英' (Ye Jianying).

2005年3月28日

## 前 言

---

## 前 言

当前,以信息化为核心的世界新军事变革正在促进军事科学技术飞跃发展。世界各国更加重视对军事运筹学、作战模拟与作战实验等新学科的研究和应用,利用新方法解决军事最优化问题就是其中一个重要领域。

本书介绍了用于解决军事最优化问题的6种新方法,其主要基础是作者在过去15年来对其中3种新方法(神经网络、遗传算法及探索性分析方法)研究和应用的实际成果。1989年9月,中国自动化学会在军事科学院组织召开了国内首届神经网络及其应用学术讨论会。作者发表了有关神经网络智能决策系统的论文,并且见到了介绍遗传算法的论文。1992年,作者在美国巴尔的摩召开的国际神经网络大会(IJCNN)上见到将神经网络用于控制X-29战斗机及遗传算法的新论文。回国后,作者将神经网络用于空战智能仿真系统,解决多种机动动作选择的最优化问题;将遗传算法用于空战智能仿真系统,解决多目标分配及飞机规避导弹策略的最优化问题;将探索性分析方法用于海战效能评估,解决“为达到一定毁伤效果,如何节约弹药”等最优化问题。本书介绍的另外3种新方法,主要引用作者在从事军事运筹学硕士和博士研究生教学中使用过、近年来国内外一些专家学者的论著,它们是:利用多阶段分

析博弈评估算法优化空战战役兵力计划,利用模拟退火算法和蚁群算法解决信息化条件下作战指挥系统的重要物质基础——军用卫星网络和通信网络管理的优化问题。

本书共有13章。第1章概述了军事最优化问题的计算复杂性及上述新方法。此后,每两章介绍一种新方法及其军事应用,即在第2、4、6、8、10及第12章中,分别介绍了这6种新方法的研究发展过程、基本概念、方法和理论。在第3、5、7、9、11及第13章中,分别介绍了上述新方法在解决军事最优化问题中的应用。

本书是在军事科学院领导大力支持创新的科研环境里完成的。在本书撰写过程中,军事科学院科研指导部刘伟伟副部长、军事运筹分析研究所王辉青所长、李辉副所长,张最良、江敬灼、许瑞明、蔡游飞、成冀、方礼明、安欣、赵存如、刘家军、黄谦、周璐、柯加山、韩雁飞、丁慧勇、胡振中、王维等领导、专家和科研人员,对书稿提出了很好的修改意见;作者在研究和应用上述新方法的过程中,得到国家人事部1993年留学回国人员科技活动择优资助及军事科学院科研资助,得到军事运筹分析研究所领导和同志们,及空军指挥学院王镇凯、朱宝鏊、赵明忠、徐邦年、张彦冰、刘来海、林家谦、高申玉,海军司令部航空部张洪涛,海军军事学术研究所储宝仁等领导 and 专家的很多帮助;本书还得到军事科学院学术著作出版资助;军事科学出版社社长李鹏青、总编辑麻光武、责任编辑张大禾为本书出版做了大量工作。特在此

## 前 言

---

一并表示衷心的感谢。

由于作者水平有限,书中难免有错漏之处,恳请读者批评指正。

曾宪钊

2005 年春节于北京



目 录

第一章 引言 .....	(1)
1.1 最优化问题 .....	(1)
1.1.1 最优化问题的定义、 数学模型和解的分类 .....	(1)
1.1.2 最优化问题的分类 .....	(3)
1.2 计算复杂性 .....	(4)
1.2.1 计算复杂性的基本概念 .....	(4)
1.2.2 $P, NP, NP - C$ 和 $NP - hard$ 问题 .....	(7)
1.2.3 军事最优化问题的计算复杂性 .....	(11)
1.3 启发式优化算法 .....	(15)
1.4 从神经网络和遗传算法到计算智能 .....	(17)
1.5 模拟退火算法 .....	(20)
1.6 蚁群算法 .....	(21)
1.7 多阶段分析博弈评估算法 .....	(22)
1.8 探索性分析方法 .....	(23)
参考文献 .....	(25)
第二章 神经网络 .....	(28)
2.1 神经网络的定义 .....	(28)
2.2 神经网络研究的历史 .....	(28)
2.3 神经网络的基本概念 .....	(29)
2.3.1 神经元模型 .....	(29)
2.3.2 神经网络的拓扑结构 .....	(30)
2.3.3 学习算法 .....	(30)

## 军事最优化新方法

2.3.3.1	无导师学习算法	(32)
2.3.3.2	有导师学习算法	(32)
2.4	霍普菲尔德神经网络	(33)
2.4.1	霍普菲尔德神经网络的拓扑结构	(33)
2.4.2	离散霍普菲尔德神经网络	(35)
2.4.3	连续霍普菲尔德神经网络	(36)
2.5	误差反向传播神经网络	(37)
2.5.1	误差反向传播神经网络的拓扑结构	(38)
2.5.2	BP学习算法	(39)
2.5.2.1	正向操作	(39)
2.5.2.2	逆向操作	(40)
2.5.3	运行误差反向传播神经网络	(41)
2.6	概率神经网络	(42)
2.6.1	概率神经网络	(42)
2.6.2	适应性结构概率神经网络	(46)
2.7	神经模糊网络	(48)
2.8	流体神经网络	(50)
2.9	神经网络的应用	(52)
2.10	神经网络今后的研究方向	(54)
	参考文献	(55)
<b>第三章 神经网络用于空战智能</b>		
	仿真及战例定量研究	(57)
3.1	利用神经网络进行空战机动选择	(57)
3.1.1	用于空战机动选择的BPN拓扑结构	(59)
3.1.2	产生训练案例的方法	(62)
3.1.3	用产生式规则生成案例	(63)
3.1.4	对BPN进行机动选择的解释	(66)
3.1.5	学习算法	(69)

## 目 录

3.2 利用神经网络进行空战态势定量评估 .....	(69)
3.2.1 空战态势定性评估 .....	(69)
3.2.2 利用 <b>BPN</b> 进行空战态势定量评估 .....	(70)
3.2.2.1 <b>BPN</b> 的拓扑结构 .....	(71)
3.2.2.2 训练案例 .....	(72)
3.2.2.3 学习算法 .....	(72)
3.2.2.4 基于 <b>BPN</b> 的态势定量评估 .....	(72)
3.2.3 用神经网络-时效算法裁决空战结果 ...	(73)
3.3 定量分析战争案例简介 .....	(74)
3.3.1 用于战例分析的概率神经网络软件 .....	(75)
3.3.2 对我军解放战争战例的定量分析试验 ...	(76)
参考文献 .....	(77)
第四章 遗传算法 .....	(80)
4.1 遗传算法与进化计算 .....	(80)
4.2 遗传算法的步骤和特点 .....	(81)
4.2.1 遗传算法的步骤 .....	(81)
4.2.2 遗传算法的特点 .....	(81)
4.3 编码 .....	(82)
4.4 初始群体 .....	(83)
4.5 适应度函数 .....	(84)
4.6 遗传算法的基本算子 .....	(84)
4.7 遗传算法的应用 .....	(87)
4.8 遗传算法今后的研究方向 .....	(89)
参考文献 .....	(90)
第五章 遗传算法用于空战智能仿真 .....	(91)
5.1 利用遗传算法进行多机空战目标分配 .....	(91)
5.1.1 编码 .....	(91)
5.1.2 初始群体 .....	(92)

## 军事最优化新方法

5.1.3	适应度函数 .....	(92)
5.1.4	1对1空战态势评价及 打分的经验方法 .....	(93)
5.1.5	遗传算子 .....	(96)
5.1.6	进化多少代停止遗传算法 .....	(98)
5.2	规避导弹规则库学习 .....	(99)
5.2.1	通用进化学习系统 <b>SAMUEL</b> .....	(99)
5.2.1.1	规则库学习的步骤及工作流程 .....	(101)
5.2.1.2	学习机制 .....	(103)
5.2.1.3	遗传算法学习 .....	(104)
5.2.1.4	基于决策经验的学习 .....	(106)
5.2.1.5	在可信度评估中学习 .....	(109)
5.2.2	规则库学习用于飞机自动规避导弹 .....	(110)
5.2.2.1	规则库学习的主要步骤 .....	(111)
5.2.2.2	规则库 .....	(111)
5.2.2.3	环境模块的功能 .....	(114)
5.2.2.4	执行模块的功能 .....	(114)
5.2.2.5	规则集的适应度函数 .....	(115)
5.2.2.6	学习模块 .....	(115)
5.2.2.7	定量评估学习结果 .....	(116)
	参考文献 .....	(124)
第六章	模拟退火算法 .....	(125)
6.1	模拟退火算法研究概述 .....	(125)
6.2	随机模拟退火算法 .....	(126)
6.2.1	基本的函数、参数和准则 .....	(128)
6.2.1.1	基本的函数 .....	(128)
6.2.1.2	初始温度和终止温度 .....	(129)
6.2.1.3	基本的准则 .....	(130)

## 目 录

6.2.2	基本步骤 .....	(130)
6.2.3	采用随机模拟退火算法的 霍普菲尔德神经网络 .....	(131)
6.2.3.1	利用 NN 实现 SSA 来解 TSP .....	(131)
6.2.3.2	连续型 HNN 实现 SSA 的步骤 .....	(135)
6.3	确定模拟退火算法:均场退火 .....	(136)
6.3.1	均场退火 .....	(137)
6.3.2	均场神经网络 .....	(138)
6.3.3	基本的参数和函数 .....	(140)
6.3.4	基本步骤 .....	(141)
6.4	模拟退火算法今后的研究方向 .....	(143)
	参考文献 .....	(144)
<b>第七章</b>	<b>模拟退火算法用于通信卫星网络管理 .....</b>	<b>(146)</b>
7.1	军用卫星网络通信管理问题的复杂性 .....	(146)
7.2	用均场退火神经网络解决卫星通信 调度优化问题的条件、参数及优化解 .....	(149)
7.3	均场退火神经网络的拓扑结构 .....	(151)
7.4	定义均场退火神经网络的激活函数 .....	(152)
7.5	均场退火神经网络的连接权矩阵 .....	(153)
7.6	均场退火神经网络的能量函数 .....	(154)
7.7	实现均场退火神经网络的激活函数 .....	(155)
7.8	拉格朗日乘数 .....	(156)
7.9	临界温度 .....	(158)
7.10	降温函数和终止温度 .....	(161)
7.11	用均场退火神经网络解决卫星通信 调度优化问题的示例 .....	(161)
7.11.1	小需求情况的优化解 .....	(162)
7.11.2	大需求情况的优化解 .....	(163)

参考文献 .....	(165)
<b>第八章 蚁群算法 .....</b>	<b>(167)</b>
8.1 蚁群算法研究应用概述 .....	(167)
8.2 蚁群算法的基本概念 .....	(170)
8.3 蚁群算法用于求解二次指派问题 .....	(172)
8.3.1 最大-最小蚁群算法 .....	(173)
8.3.1.1 蚂蚁程序 .....	(173)
8.3.1.2 蚁后程序 .....	(173)
8.3.2 近似非确定性树搜索 .....	(174)
8.3.2.1 蚂蚁程序 .....	(174)
8.3.2.2 蚁后程序 .....	(175)
8.3.3 混合蚁群算法 .....	(175)
8.3.3.1 蚂蚁程序 .....	(176)
8.3.3.2 蚁后程序 .....	(176)
8.3.4 快速蚁群算法 .....	(177)
8.3.4.1 蚂蚁程序 .....	(177)
8.3.4.2 蚁后程序 .....	(177)
8.4 蚁群算法今后的研究方向 .....	(178)
参考文献 .....	(179)
<b>第九章 蚁群算法用于管理通信网络 .....</b>	<b>(182)</b>
9.1 通信网络的负荷平衡 .....	(182)
9.2 利用蚁群算法管理通信网络的仿真方法 .....	(184)
9.2.1 通信网络仿真的主要操作 .....	(184)
9.2.2 通信网络仿真的细节 .....	(185)
9.3 利用蚁群算法管理通信网络 .....	(186)
9.3.1 荷尔蒙表 .....	(186)
9.3.2 蚂蚁的年龄和行动延迟 .....	(189)
9.3.3 如何选择通信路径 .....	(190)

## 目 录

9.3.4	初始设置 .....	(190)
9.3.5	噪音 .....	(191)
9.3.6	蚁群算法平衡通信网络负荷的 主要特点 .....	(192)
9.3.7	参数 .....	(192)
9.4	今后用蚁群算法优化 通信网络管理的研究方向 .....	(193)
	参考文献 .....	(194)
<b>第十章</b>	<b>多阶段分析博弈评估算法 .....</b>	<b>(195)</b>
10.1	多阶段分析博弈评估算法研究概况 .....	(195)
10.2	基本概念和变量定义 .....	(196)
10.2.1	状态转换函数 .....	(197)
10.2.2	目标函数 .....	(197)
10.2.3	最优化问题 .....	(198)
10.3	多阶段分析博弈评估算法的特点 .....	(200)
10.3.1	引入拉格朗日乘数 .....	(200)
10.3.2	引入哈密尔顿函数 .....	(201)
10.4	多阶段分析博弈评估算法的步骤 .....	(203)
10.5	今后多阶段分析博弈评估算法研究方向 .....	(204)
	参考文献 .....	(205)
<b>第十一章</b>	<b>多阶段分析博弈评估算法     用于空战战役兵力计划 .....</b>	<b>(207)</b>
11.1	制定空战战役兵力计划的要点 .....	(207)
11.1.1	作战目标 .....	(207)
11.1.2	作战任务 .....	(208)
11.1.3	作战计划的组织实施 .....	(208)
11.2	利用多阶段分析博弈评估算法优化战区级 战役模型的空战兵力计划 .....	(209)

## 军事最优化新方法

11.2.1	军事需求 .....	(209)
11.2.2	在 <b>TLC</b> 中 <b>SAGE</b> 的用途 .....	(209)
11.2.3	<b>SAGE</b> 软件的使用方法 .....	(210)
11.2.4	<b>SAGE</b> 用于 <b>TLC</b> 空战战役 兵力计划的工作流程 .....	(211)
11.2.5	<b>SAGE</b> 进行空战兵力分配的 工作流程 .....	(211)
11.2.6	利用 <b>SAGE</b> 进行内部空战仿真 .....	(213)
11.3	利用多阶段分析博弈评估算法优化 空战战役兵力计划的示例 .....	(214)
11.3.1	问题的描述 .....	(214)
11.3.2	算法的描述 .....	(215)
11.3.3	按照 <b>SAGE</b> 的五个步骤计算优化解 ..	(217)
11.4	从示例看改进多阶段 分析博弈评估算法 .....	(220)
	参考文献 .....	(221)
第十二章	探索性分析方法 .....	(223)
12.1	探索性分析方法研究应用概况 .....	(223)
12.2	探索性分析方法的特点 .....	(224)
12.2.1	基于数学模型 分析方法的缺点 .....	(224)
12.2.2	由传统方法发展起来的 探索性分析方法 .....	(225)
12.3	探索性分析的基本方法 .....	(227)
12.4	专用软件工具 .....	(228)
12.5	探索性分析方法今后的研究方向 .....	(230)
12.6	由探索性分析发展起来的计算实验 .....	(232)
	参考文献 .....	(233)



## 目 录

第十三章 探索性分析方法用于海战效能评估 .....	(235)
13.1 海战效能评估专题研究简介 .....	(235)
13.2 海战仿真系统 .....	(236)
13.2.1 水面舰艇编队对抗导弹饱和 攻击的最大能力 .....	(236)
13.2.2 反舰导弹到达分布 .....	(238)
13.2.3 反导导弹排队拦截模型 .....	(238)
13.3 用探索性分析方法解决节约弹药问题 .....	(241)
13.3.1 计算步骤和流程 .....	(241)
13.3.2 反舰导弹到达分布 .....	(242)
13.3.3 示例 .....	(243)
13.3.4 用 EA 分析节约弹药问题 各数量间的关系 .....	(249)
参考文献 .....	(252)
附件:空战智能仿真系统简介 .....	(253)