

军事运筹学

朱松春 张树义 编著
韩春立 周 容

解放军出版社

内 容 简 介

以最少的人力、物力消耗，达到预定的军事目的，是每一个军事指挥员所希望的工作效益。那么，怎样才能作战、训练、后勤保障、武器装备研制及其他军事活动中，将这一希望变为现实呢？《军事运筹学》这一发展中的新兴边缘学科，通过应用概率论、数理统计、网络技术、费用——效果分析、射击效率分析、战斗行动的数学描述、军事模型和作战模拟等现代数学工具和计算机技术对军事问题进行定量分析，为决策者提供了数量依据，使“希望”与“现实”的统一成为可能。

军 事 运 筹 学

朱松春 张树义

韩春立 周 容

解放军出版社出版、发行

(北京平安里三号)

新华书店经销

一二〇一工厂印刷

787×1092毫米 32开本 12.25印张 264千字

1988年10月第1版 1988年10月(北京)第1次印刷

印数1——47 000

ISBN 7-5065-0331-X/E·190

定价：2.80元

目 录

第一章 概 述	(1)
第一节 军事运筹学的基本概念.....	(1)
第二节 军事运筹学的发展简史.....	(2)
第三节 军事运筹学的内容及其特点.....	(7)
第四节 军事运筹学解决问题的一般方法 与步骤.....	(10)
第五节 军事运筹学与其他相邻学科的 关系.....	(13)
第六节 对军事运筹人员的要求及其作用.....	(15)
第七节 军事运筹学是一门发展中的学科.....	(16)
第二章 军事运筹学的一般基础理论	(17)
第一节 概率论与数理统计.....	(17)
第二节 规划理论.....	(35)
第三节 排队理论(随机服务理论).....	(65)
第四节 矩阵对策理论.....	(71)
第五节 微分对策理论.....	(83)
第三章 军事决策的科学化	(90)
第一节 决策科学化的必要性.....	(90)
第二节 科学决策的基本理论和方法.....	(98)
第三节 科学决策中的领导艺术.....	(111)
第四节 建立科学化的决策领导体系.....	(117)

第四章 网络技术及其在军事上的应用 ·····	(120)
第一节 统筹法(PERT/CPM)·····	(122)
第二节 随机网络技术(GERT)·····	(132)
第三节 风险评审技术(VERT)·····	(173)
第五章 费用—效果分析 ·····	(180)
第一节 简 述·····	(180)
第二节 费用—效果分析的步骤·····	(181)
第三节 效果及其准则的确定·····	(182)
第四节 费用分析·····	(184)
第五节 费用的风险分析·····	(193)
第六节 费用的敏感性分析·····	(203)
第七节 费用效果综合分析及实例·····	(204)
第六章 射击效率分析 ·····	(219)
第一节 射击散布律·····	(219)
第二节 对目标的毁伤规律·····	(224)
第三节 对单个目标射击的效率·····	(233)
第四节 对目标群射击的效率·····	(239)
第五节 考虑对抗的方法·····	(247)
第七章 战斗行动的数学描述方法 ·····	(253)
第一节 基本战斗·····	(253)
第二节 兰切斯特线性定律·····	(257)
第三节 兰切斯特平方定律·····	(262)
第四节 兰切斯特平方定律的验证·····	(268)
第五节 马尔柯夫随机过程对军事行动的 描述·····	(270)
第六节 蒙特卡罗法·····	(275)
第八章 军事活动的描述与计算机系统 ·····	(286)

第一节	军事活动的基本问题·····	(286)
第二节	军事活动的描述·····	(287)
第三节	电子计算机系统·····	(297)
第九章	军事模型和作战模拟·····	(310)
第一节	概 述·····	(310)
第二节	军事模型·····	(311)
第三节	作战模拟的基本概念·····	(315)
第四节	作战模拟的数学模型及模拟方法·····	(318)
第五节	作战模型实例介绍·····	(336)
第十章	军事运筹学的其他方面及未来发展·····	(358)
第一节	军事运筹学与现代战争·····	(359)
第二节	现代新兴科学的发展对军事运筹学的影响·····	(363)
第三节	人工智能将会广泛用于军事·····	(372)
	参考资料·····	(377)

第一章 概 述

第一节 军事运筹学的基本概念

军事运筹学是应用数学工具和现代计算技术对军事问题进行定量分析，从而为决策提供数量依据的一种科学方法，是一门综合性应用科学。同时它也是一门多学科交叉的横断科学，随着现代军事技术装备的发展，军事运筹学作为现代条件下用以提高军事工作效率为目标的一项系统的组织管理技术，已成为现代军事科学的一个重要组成部分。

军事运筹学主要用于为制定总的战略方针、作战原则提供定量依据；同时还可以用于作战评估分析，武器装备系统的效能分析；确定军队(兵力)的战斗能力；选择战斗行动的最佳方案；评估军队(兵力)指挥、训练、后勤保障系统的效能和预测未来战争和武器装备的发展趋势，以及对国防经济实力进行分析，军事行政管理等等方面。

运用军事运筹学，可使指挥员养成数学分析和逻辑思维的良好习惯，对作战、训练和其他各类军事活动进行定量分析和多方案择优决策，即在限定条件下以最少的人力财力消耗获取最大的军事效果。但必须指出的是军事问题中存在着许多难以定量的因素，诸如指挥员的才能，士兵的训练程度及士气等。指挥员只有结合其它定性方法进行综

合分析，才能更有效地解决军事决策问题。

第二节 军事运筹学的发展简史

英文 Operations Research(或operational research)一词原意为作战研究，它最早出现在第二次世界大战前夕，是指那些应用于研究作战问题的科学方法，战后才逐渐形成了一门独立学科。我国科学家把它译成“运筹学”，其中“运筹”一词出自《史记·高祖本纪》“运筹策帷幄之中，决胜于千里之外”。由于后来这些运筹方法已广泛用于非军事领域，因此，专用于军事领域的则称为军事运筹方法。

其实军事运筹思想的起源很早，我国春秋时期著名的军事家孙武于所著的《孙子兵法》中就有许多关于军事运筹的论述。如“兵法：一曰度，二曰量，三曰数，四曰称，五曰胜。”孙子把度、量、数、称等数学概念引入军事领域，通过计算双方力量对比，进行战争胜负的预测分析。《孙子兵法》中还说：“多算胜，少算不胜，而况于无算乎！”这里的算就是运算筹划之意。这说明古代军事家是很重视定量分析的。此外，在《孙臆兵法》、《尉繚子》、《百战奇略》等历代军事名著中都有不少运筹思想。我国历史上成功地运用运筹思想而取胜的战例也很多，如公元前 685 年春秋时期的“齐鲁长勺之战”对反攻时机的运筹，战国时期公元前 340 年的“齐魏马陵之战”对出兵时间、决战时机、决战地点的运筹，东汉末年(公元 199 年)袁曹官渡之战关于进攻时机和突袭的运筹等。此外，在我国历史上还有不少善于运用军事运筹思想的杰出人物，如曹操、诸葛亮、李靖等。近代，在中国共产党领导的中国国内革命战争和民族

解放战争中，毛泽东和其他老一辈无产阶级革命家、军事家在制定战略战术原则和实施作战指挥中，采用定性分析与定量分析相结合的方法进行正确决策，对指导战争取得胜利曾起了重要作用。

在外国，第一次世界大战初期，英国人 F·W·兰彻斯特于 1914—1916 年阐发表了有关应用数学方法来研究战争的大量论述，建立了描述作战双方兵力变化过程的数学方程，被称为兰彻斯特方程。和兰彻斯特同时代的美国人埃迪森在反潜作战研究中也应用了数学方法，主要是用概率论与数理统计方法研究水面舰艇躲避和击沉潜艇的最优战术。由于这些方法当时尚处在探索阶段，未能直接用于军事作战。

运筹学的正式形成，是在第二次世界大战期间。在军事上最早开始运筹研究的是英、美两国。在二次大战前，英国国防部就成立了以 A·V·希尔为首的研究雷达配置和高炮利用效率的防空试验小组，不久改名为运筹小组。第二次世界大战中，英国空、海、陆军都建立了运筹组织，主要研究如何提高防御和进攻作战的效果。例如英国的运筹学组织曾对敌机轰炸造成居民伤亡和物资损失作过分析，并用动物进行试验来估计爆炸对有机体的影响。他们估计了 500 颗敌人的炸弹轰炸考文垂城可能造成的后果。后来，这种轰炸果真实现了，其后果正如所料，他们的分析为战争后期盟军的反击轰炸提供了可靠数据。

在抗击法西斯潜水艇的战斗中，运筹组织也发挥了重大的作用。1941—1942 年冬，英国空军反潜作战的战果很差。开始，飞机的深水轰炸收效甚微。后来，运筹学工作者搜集了大量有关飞机攻击德国潜艇的资料。他们发现，飞机

攻击潜艇的最有利时机，是潜艇还处在水面或刚刚下潜的时候。但当时深水炸弹的规定爆炸深度至少是100英尺，而炸弹的破坏威力半径为20英尺。在实战情况下，炸弹爆炸时被攻击的潜艇并未下潜到这个深度，即不在炸弹破坏威力范围之内。他们分析了敌潜艇下潜深度和深水炸弹爆炸深度之间的矛盾，便建议把爆炸深度定在20—25英尺之间。而当时已生产的这种炸弹的最小定深度为35英尺，所以只好采用这个定深度(35英尺)。这样一改，大大增加了对潜艇的摧毁率，以致德国人误认为英国空军使用了威力大的新式炸弹。此后，英空军摧毁潜艇数由原来的100增加到700，即增加了六倍。另外，知道了敌艇的性能，运筹人员可以算定每一潜艇将在何时何地必须升出水面，飞机就在艇只再潜以前飞往轰炸。美国比英国参战晚二年，开始军事运筹的研究工作也要晚一些。1942年，在英国的军事运筹工作取得成效的影响之下，美国也在三军陆续成立了运筹小组。海军开展的最早，是由P·M·莫尔斯博士发起和组织的。与此同时，空军在许多空军总队也相继设立了运筹分析小组。1944年夏天，希特勒使用无人驾驶的V₁型火箭，矛头针对英国东南部。这种炸弹大部分是在伦敦地区爆炸。盟军方面一时摸不清敌人袭击目标是在伦敦的中心地带还是在大伦敦的卫星地区。这个问题对于诺曼底战役至关重要。运筹组织运用概率论中泊松分布模型解决了这一难题。结论是，V₁型不可能准确瞄准。从而为同盟军确定作战部署提供了科学依据。

日本帝国主义挑起太平洋战争后，美军在新几内亚作战期间了解到日军将从新不列颠岛东岸的腊包尔港，派出大型护航船队驶往新几内亚的莱城，该护航船可能有两条

路线(北线和南线)可供选择,美军为了集中航空兵主力袭击日军,美军海军司令部运筹小组应用对策论选择了北线方案。后来的结果是,日军的护航船队启程一天后,在北线海面被发现,被美军轰炸机突击了两天,受到了惨重损失。

珍珠港事件后,美军运筹学小组的负责人约翰森把他的研究组的一部分,建立为水战运筹组织,应用作战模拟的方法研究对日的水雷战。结果使日本舰船 670 余艘被水雷毁伤。在被毁伤的日本舰船中,60%是水雷攻击的效果。日本战时文献表明,用水雷对日本所进行的封锁是相当成功的。

第二次世界大战后,美国出现了兰德公司、陆军运用研究局及分析研究公司等运筹研究机构。1950年,P·M·莫尔斯等人发表了《运筹学方法》一书。1952年,美国成立了运筹学会。欧洲的许多国家也相继设立了专门的运筹研究机构。1957年成立了国际运筹学会。运筹学作为一个独立的新学科已基本形成,特别是在军事运用方面得到了进一步发展。开始向更广更深的领域进军。

美自六十年代以来,每年的国防报告均用运筹方法对各项工作进行系统分析。国防部还规定大中型军事工程和武器研制项目如不经过系统分析和编制网络图就 不 予 批 准。迄今,美在作战训练武器研制和后勤保障等方面均广泛进行费用效果分析。

据外刊报导,美现有国防部系统分析人员 3 万多人,美国国防部 1965 年建立独立的系统分析部(现改为计划分析与鉴定部),1969 年该部有 200 多人。三军还各设自己的系统分析机构,如空军设研究分析局;陆军设计划分析与鉴

定局；海军设计划规划局及研究局内设数学与信息科学处。各兵种各级司令部均设专门机构和人员。此外，还有一大批象兰德公司、国防分析研究公司等非盈利研究机构、一些政府部门及各私人大公司也设有相应的分析研究机构和人员。还有各种学术团体（如运筹学会、系统分析学会、管理学会、未来学会、系统工程学会等）。在培训人员方面，国防部专设系统分析干部学校，各军兵种政府部门大公司等均自办短训班，时间五天到二个月不等。此外各大学还均设有专业和科系。

苏联的军事运筹学开展情况报导不多，但从大量出版的书刊来看，目前尚在大规模地开展，已知他们在军事应用方面就有一个近2000人的机构，它参加了几乎所有各种国际有关运筹学和系统分析的学术团体。在参谋学院、装甲学院、防空学院、后勤学院等均设有运筹学部。除总参军事学院开展和领导这项工作外，总参科学技术委员会也领导这项工作，各军兵种则由主要参谋机构自行负责和开展各自系统的运筹研究工作。苏军比较明显的工作是进行军事预测、武器选择、战场经济、模拟作战的分析方法、指挥自动化和开展网络法指挥战斗等工作。前国防部长格列奇科在《苏维埃的武装力量》一书中多次强调数学分析在军事上的应用，强调发展武器装备需要一整套有科学根据的技术经济和战术上合理的分析和论证；强调在军事学术上需要探索和采用数学方法研究作战及其计划的方法，建立现代战役战斗模型，研究其特点及发展规律，并通过电子计算机模拟和演示各种战斗进程，以求选择最佳的战斗方案。从外刊材料的分析来看，苏联虽自六十年代以来，在国防建设中一直效仿美国而采用各种军事运筹的分析方

法，并得到了政府和国防部门较大的重视和支持。(由于其体制高度集中，开展的规模和普及程度在某些方面比美国还快，如用网络法指挥战斗方面，已取得了一些成效，)但由于其电子计算机技术落后，影响了进一步发展。

其他华约集团各国也均自60年代末期后不同程度地开展了应用。

军事运筹学在中国的应用，开始于50年代初军队院校中有关火力运用理论的教研工作。1956年中国科学院力学研究所成立了第一个运筹学组织。从60年代中到70年代初，优选法和统筹法广泛开展，在军事部门也得到了应用。1978年5月，中国航空学会在北京召开了军事运筹学座谈会。1980年4月，中国数学学会运筹学会成立。1981年5月，成立了中国系统工程学会军事系统工程委员会。1984年10月我军成立了军事运筹学会。目前军事运筹学的研究和应用范围正逐步扩大到军事工作的各个方面。

第三节 军事运筹学的内容及其特点

军事运筹学作为一门自然科学和军事科学相结合的科学，其内容是十分广泛的。特别是近一、二十年各种先进科学技术的发展，促使着军事运筹学的内容在不断发展。军事运筹学作为一门发展中的科学，目前还没有一个统一的按其研究范围所规定的完整的内容体系。不过，从军事运筹学的定义中我们可以看出，它的内容应包括那些用于定量解决军事问题的理论、方法和工具。如概率统计理论、规划理论、决策理论、排队理论、对策理论、库存理论、搜索论和数学模型方法、现代控制论方法、系统方法、以

及作战模拟技术、仿真技术、网络分析技术、预测技术、电子计算机技术等。当然，军事运筹学的内容还应包括对某些特定的军事活动进行定量研究的专业分支，象战斗行动的数学描述、射击效率分析、武器等效研究等等。

运用军事运筹学解决问题通常有五个特点：

1. 目的性。研究一个军事问题之前，必须把目的性搞清楚，要达到这个目的，客观条件及用以衡量的标准不是一开始弄清楚就算了，而要自始至终围绕这个目的，即文不离题，这实际上是军事运筹学的第一个特点。也就是目的性问题。例如，第二次世界大战期间，英美商船为了抗击德国飞机的袭击，在船上安装了高炮，而这些高炮击落敌机很少（占来袭敌机的4%），但安装及维修费用却很高。因此，有人提出将高炮拆掉。这时，运筹分析人员对安装高炮的目的和准则进行了分析后指出，安装高炮的目的不是击落敌机，而是保护商船，以便把战场上急需的作战物资输送到目的地。因此衡量的标准就不能是击落敌机的多少，而应是商船安全通过的百分比。实战中所统计的资料表明，不安装高炮的商船损失率达25%以上，当安装高炮后，由于飞机不敢低飞，商船的损失率下降到10%以下。可见安装高炮是必需的。

2. 系统性。系统性有时又叫整体性。所谓系统简单地说就是一组有联系的元素的集合。系统有一个重要特性就是整体不等于局部相加，各个局部加起来不等于整体，整体要大于各个局部的总和。简单的说就是 $1+1>2$ ，这是从亚里士多德起就已经提出的著名命题。军事系统一般都比较复杂，因此我们在分析问题时，必须强调发挥整体功能，避免孤立地、片面地、局部地考虑问题。一般情况下，某

一局部最优并不意味着整体最优。为了整体利益，有时必须牺牲局部利益，这一点在战争中是很重要的。系统性恰好为我们提出了这方面的要求。

3. 有效性。这个问题集中地归纳起来讲就是一个效果问题，效果不仅是个速度问题，军事上速度是极为重要的，一分钟就可能影响整个战局的胜负。同时还体现在省钱省物等效果上。作为军事系统来说，除了效能问题外，还有个经费问题，在经费有限的情况下，怎样才能多做事，这是许多军事系统所面临的问题。例如后勤运输系统，怎样才能多跑路程，少耗汽油，又能在短时间内到达，这不是一个简单问题。因为几方面往往是矛盾的，但军事运筹学提供的方法可以在一定条件下解决这类问题。从而做到全面提高效果和效率。

4. 科学性。科学性主要讲运用这套方法，第一有定量分析，第二有一些科学的技术手段，运用现代的科学计算方法、数学模型以及计算机等，不是用直观判断、大概估计的方法，而是把对象加以量化，最后计算出数量结果，并且都是有一定根据，或是经过试验的。当然有时也难免作些假定，但是这种假定也是有些根据的，不是随便拍脑袋想出来的，所以我们说军事运筹学具有科学性。

5. 参谋性。运用军事运筹学分析所得的结果，只能作为指挥员决策的依据，起参谋作用而不能取代决策。这是搞运筹的同志值得注意的。你提出的方案再好，也只不过是提供给决策者作参考，你不是指挥，但你可以尽量向决策者推荐你的方案。指挥员还要根据实际情况来决定是否采纳。因为你只从定量的角度来看问题，并没有从全局看问题。除了数量之外，还有别的方面可能看不到。作为一

个决策不仅是靠数量的分析，还要依靠定性分析和其它因素。美国人曾走过弯路，所以他们的运筹学家对搞运筹的人讲：“运筹学家再高级也只是个参谋，不是指挥员，不是决策人。运筹的结果只是辅助指挥员作决策”。因为运筹方法毕竟有某些局限性，某些弱点，不是万能的。所以它在决策问题上也只能起参谋咨询作用。

第四节 军事运筹学解决问题的 一般方法与步骤

军事运筹学解决的问题可分为二类。第一类是对作业的实际数据作统计加工和验前模拟；第二类是在规定的作业方案下对作业进程作验前估计，以及对即将进行或正在进行的作业行为作最优化工作。最优化问题可有两种提法，即：以最少的兵力兵器达到一定目的；或以一定的兵力兵器获取最大的效果。它必须考虑作业的各个因素间相互影响、以及每一个因素对整个系统作业的影响，有步骤有次序地进行运筹。运用军事运筹学解决问题的一般步骤大致可分为九个，见图1-1。

(1) 确定问题。你要研究的问题是什么？这个问题怎样去判别它？判别它的标准是什么？这些都要搞清楚，计算机计算时，不能含糊。苏联人认为，搞军事运筹学对指挥员的思维逻辑要求是非常高的。所以有人说，你把问题搞清楚就等于把问题解决了一半。这个问题不只是分析人员的问题，也应该是指挥员首先要搞清楚的问题。

(2) 拟定军事想定。即把军事问题按设想的方案，随时间演变的过程预先详细描述出来。这个设想和描述称为

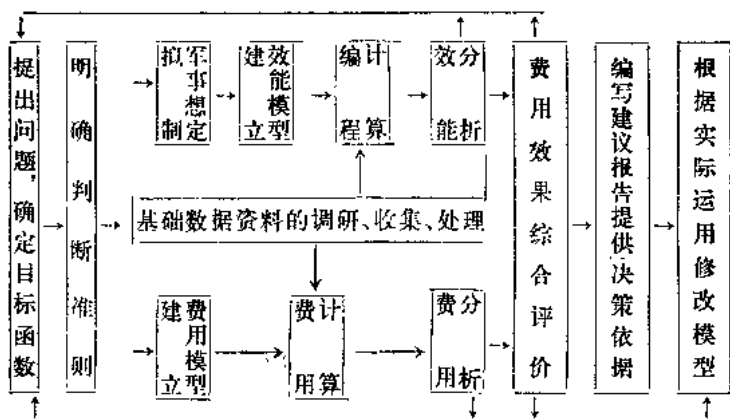


图 1-1

军事想定。例如，我们搞一个师和营的对抗，那么，就应该把对抗的环境条件、多少兵力、什么地形等，都得通过想定给出来。同时，还应明确是什么样的对抗？敌人如何如何？你又如何如何？都要设想。当然，中间也会出现变化，因此必须预先有个大致的设想和打法。这就是想定，一个想定完不成，可以有两个或多个想定。只要有了想定，我们后面建立模型、计算分析的工作才可以开展起来。

(3) 收集数据资料。根据军事想定的过程和条件，收集作为输入的各种数据资料。搞军事运筹的必须长期积累资料，把所有的数据都收集起来，需要什么可以随时调出来。例如，对某一类枪支，就要事先把这种枪支的数据收集起来，它的命中概率、毁伤概率是多少，必须有了这些具体数据才能一步一步往下算。

(4) 建立数学模型。也就是把想定的动态过程用一个或一组数学方程及逻辑关系描述出来（包括效能和费用模型）。有一点需要指出的是，有时是先建立数学模型，而后

收集数据资料，或者边建立模型边收集资料。两个步骤没有严格的先后顺序之分。

(5) 设计和编制计算机程序。按数学模型及逻辑关系设计和编制计算机语言程序。这是指复杂的运筹计算必须经历的过程。因为人们的设想、数学方程及逻辑关系均不能直接进入机器，必须事先安排好计划，并以程序语言的形式，把描述问题的数据、解决问题的步骤、方法送入机器，机器才能按人的意图去工作。这个过程一般称为程序设计，它包括算法分析，框图设计、编写程序、建立调试手段和编写上机说明等。

(6) 计算分析和评价。在程序调试后，输入数据，进行计算。再对计算结果进行评价和分析。

(7) 写出综合分析报告。一个完整的分析必须包括效能分析和费用分析，以及费用效能的综合分析。在此基础上，写出报告上报有关领导部门，提供决策依据。

(8) 模型的应用。军事模型建成后，可供一定范围内多次重复试验和应用。

(9) 修改和完善模型。模型建立好了之后，一定要根据运用的结果和指挥员的要求，针对存在的问题重新修正模型，以满足军事上的需要。这一步实际上是一个动态的反馈过程。

关于军事运筹学解决问题的一般方法前面我们已经提到过一些。其中主要是应用数学方法和现代计算技术。现代军事问题的复杂化将使过去凭经验简单估算的办法成为历史，电子计算机的出现为我们使用各种数学方法成为可能。对现代某一新型武器系统的研制，我们既要考虑技术上的因素，又要考虑时间、费用因素，这样的问题如不借