

黄劳生 著

作战工程保障 运筹分析

军事科学出版社

序

列宁关于没有科学就不可能建成现代化军队的指示，对于新时期我国军队的建设具有极重要的现实意义。我们要打赢一场高技术条件下的局部战争，如不用现代科学技术来武装我们军队指挥员及技术干部的头脑是不可想象的。

我们必须不断努力置军事与技术训练于军事科学技术最新成就的基础上。

人和军事技术是武装力量最主要的组成部分。这两者应当构成一个统一的系统。在《人——技术》系统中必须既要保证装备和人员的最佳比例，又要保证各类不同专业和不同职级人员间的有效协同动作。这不是一个简单的问题。为了解决这些一系列问题，要求对它们进行综合性和系统性的研究。于是，军事系统工程和军事运筹学应运而生。军事系统工程的作用是将战役战术和工程方面的知识及运筹学知识结合在一起，籍以建立保障对决策和具体行动作出定量评估的统一方法的基础。通过定量评估的桥梁可以走向军事指挥自动化。

在我军，军事系统工程和军事运筹学已经应用和发展到各个领域和各个部门。其中包括工程兵工程保障的若干领域。

我不能不赞赏作者把《作战工程保障运筹分析》作为一个综合性学科加以论证的赏试。作战工程保障运筹分析必能发展成为一门独立的学科。

我相信这本书对各种不同职级和不同专业的广大工程兵指挥和技术干部是有益的。

钱七虎

95年4月8日

前 言

现代合同作战的胜利，有赖于周全严密的作战工程保障。而周全严密的作战工程保障，有赖于作战工程保障运筹分析。

作战工程保障运筹分析是应用运筹学方法研究作战工程保障问题，为规划、决策、优化提供理论和方法的一门作战工程保障运筹学，是军事学的一个重要分支。它研究内容涉及防护工程、工程伪装、给水工程、道路工程、桥梁工程、渡河工程、障碍排除工程、障碍设置工程、爆破工程以及兵力规划、装备应用、组织指挥等领域。本书力求结合我军作战工程保障的组织指挥和国防、人防工程规划等方面的运筹分析需要以及多年来的科研成果，努力阐明工程保障运筹分析有关理论、方法和应用的基本内容，以期提高我军对作战工程保障问题的决策水平和决策能力。

全书共有九章，可分为三部分。第一部分主要阐述作战工程保障运筹分析研究的内容方法及运筹分析的准则。其中，第一章绪论，主要内容有：工程保障在作战中的任务、作用和特点；战场环境对工程保障影响；作战工程保障运筹分析研究的内容与方法。第二章作战工程保障运筹分析准则，主要内容有：系统化准则；目标和制约准则；优化与满意准则；定性与定量结合准则。第二部分主要研究作战工程保障问题的量化、规划、评价和优化等方面的基本理论、方法和应用。是全书的核心部分。其中，第三章作战工程保障定量描述，主要内容有：战场环境及其对部队机动速度影响的量化；装备器材性能量化；工程兵专业分队工程作业能力量化；工程保障力度定义与计算；工程兵战术计算；防坦克地雷障碍区技术密度的确定；阵地机动的效果分析。第四章作战工程保障的效能评价，主要内容有：评价作战工程保障效能的指标体系；作战工程保障效率量化；评价的常用步骤和方法；简介几种常用评价方法如DEA方法、模糊评判方法、多维效用函数方法、AHP方法以及它们在工程保障效能评价的应用。第五章作战工程保障问题的优化，主要内容有：作战工程保障问题与优化；简介作战工程保障问题常用优化的理论与方法，如数学规划、动态规划、马尔可夫决策规划等；工事设置的最佳级配问题；作战工程保障力量的合理应用；伪装器材的合理应用以及渡海登陆作战的破障策略优化。第六章作战工程保障计划组织的运筹方法，主要内容有：在规定工程措施的条件下，保证最好地完成作战工程保障计划的作业组织；作战工程装备的最充分利用；简介解乘数法在上述作战工程保障问题的应用。第七章作战工程装备保障运筹分析，主要内容有：提高工程装备战术技术性能的意义；作战工程装备可靠性与可维修性及随机服务系统的基础理论；作战工程装备维修保障和管理优化的运筹分析。第三部分介绍作战工程保障运筹分析研究的基本手段和作战工程保障组织指挥的时效性。其中，第八章作战工程保障中的作战模拟方法，主要内容

有：介绍作战模拟与作战模型，作战模拟的作用和分类；计算机作战模型的一般步骤；兰彻斯特作战模拟方法；工程保障中的统计试验法；工程保障中的作战模拟。第九章用网络法拟制计划组织作战工程保障，主要内容有：介绍网络方法及其在作战工程保障计划组织的应用。

在完成本著作的全过程中，一直得到工程兵工程学院有关领导，以及教务处、教保处和管理工程教研室的关心和支持。中国工程院院士、工程兵工程学院院长钱七虎教授审阅了全书并写了序。解放军军事运筹学学会副理事长、军事科学院军事运筹学博士导师张最良研究员、国务院军事学科评议组成员、海军大连舰艇学院战术软件中心主任熊吉光教授、总参工程兵科研四所候岳衡研究员审阅全书并给予具体指导。王可定教授对第八章进行了修改和补充。刘光寰、孙拯、邵贻和、周先华、朱剑敏等专家对书稿章节内容进行审阅并提出了宝贵修改意见。对此表示衷心感谢。

在本书出版之际，感谢参与校对、绘图的余剑纯，殷培根等同志。

作战工程保障运筹分析是军事运筹学的重要分支，仍然是一块未开垦的处女地。欢迎一切有志者，一起来开拓，耕耘这块肥沃的土地，使作战工程保障运筹分析这棵幼苗茁壮成长，开出绚丽之花，结出丰硕之果。为国防建设现代化作出贡献。

由于本人的水平所限，书中有不当甚至错误之处在所难免，敬请读者批评指正。

黄劳生

1995年2月于南京

目 录

序

前言

第一章 绪 论	1
§ 1.1 作战工程保障任务和作用	1
§ 1.2 现代作战工程保障的特点	3
§ 1.3 战场环境对作战工程保障的影响	4
§ 1.4 作战工程保障运筹分析研究的内容与方法	8
参考文献	11
第二章 作战工程保障运筹分析准则	12
§ 2.1 系统化准则	12
§ 2.2 目标和制约准则	13
§ 2.3 优化与满意准则	17
§ 2.4 定性与定量相结合准则	18
参考文献	22
第三章 作战工程保障定量描述	23
§ 3.1 战场环境量化	23
§ 3.2 战场环境对部队机动影响的量化	29
§ 3.3 工兵战术计算	31
§ 3.4 作战工程保障力度	35
§ 3.5 防坦克地雷障碍区技术密度的确定	37
§ 3.6 阵地机动的效果分析	43
参考文献	50
第四章 作战工程保障的效能评价	51
§ 4.1 评价作战工程保障效能的指标体系	51
§ 4.2 作战工程保障效率及其量化	53
§ 4.3 评价的常用步骤和方法	55
§ 4.4 作战工程保障方案相对有效性评价	57
§ 4.5 作战工程保障效能的模糊评价	67
§ 4.6 作战工程保障效能的多准则评价	77
参考文献	93
第五章 作战工程保障问题的优化	94

§ 5.1 作战工程保障问题与优化	94
§ 5.2 最优化方法	94
§ 5.3 工事设置的最佳级配问题	101
§ 5.4 作战工程保障力量的合理应用	105
§ 5.5 伪装器材的合理运用	108
§ 5.6 渡海登陆作战的破障策略优化	109
参考文献	116
第六章 作战工程保障计划与组织的运筹方法	117
§ 6.1 在规定工程措施的条件下, 保证最好地完成 作战工程保障计划的作业组织	117
§ 6.2 作战工程装备的最充分利用	123
§ 6.3 解乘法法简介	126
参考文献	139
第七章 作战工程装备保障运筹分析	140
§ 7.1 提高工程装备战术技术性能的意义	140
§ 7.2 作战工程装备系统可靠性与可维修性	142
§ 7.3 随机服务系统简介	178
§ 7.4 作战工程装备维修保障运筹分析	187
§ 7.5 作战工程装备管理的运筹分析	191
参考文献	202
第八章 作战工程保障中的作战模拟方法	203
§ 8.1 概 述	203
§ 8.2 计算机作战模拟的原理和步骤	207
§ 8.3 兰彻斯特作战模拟方法	210
§ 8.4 作战工程保障中的统计试验法	226
§ 8.5 作战工程保障中的作战模拟	245
附 表 1	251
参考文献	253
第九章 用网络法拟制计划组织作战工程保障	254
§ 9.1 网络法与作战工程保障指挥	254
§ 9.2 网络图的组成和制作	257
§ 9.3 网络图的主要参数计算	267
§ 9.4 确定关键线路	270
§ 9.5 实现网络图的最优化	272
参考文献	278

第一章 绪 论

§ 1.1 作战工程保障的任务和作用

1.1.1 作战工程保障的定义

所谓作战工程保障,是指为保障军队作战行动所采取的工程措施,是军队作战保障的一个组成部分。

所谓合同作战的工程保障,是指合成军队的兵团、部队、分队,在协同进行的作战中,为了提高战场生存能力,机动能力,反机动能力以及充分发挥指挥效能和各种武器装备的使用效能,而采取的一系列相互协调的工程措施。这些措施主要包括:构筑为提高部队战场生存能力和充分发挥装备效能的防护工程、给水工程及实施工程伪装;构筑与维护保障部队提高机动能力的道路、桥梁、渡场、港口、机场工程;构筑与设置阻滞敌人机动的障碍物工程和实施破坏作业;运用工程手段消除敌人核武器,化学武器,生物武器以及燃烧武器袭击的后果等。

1.1.2 作战工程保障分类

作战工程保障分类。世界各国对作战工程保障分类的认识是不完全相同的。比较而言,原苏军对作战工程保障的研究较为重视,已建立了一个比较系统而层次较为分明的作战工程保障分类体系。

我军的作战工程保障,随着军事实践活动和理论研究的深入发展,也初步形成了具有自己特色的分类。其分类的方法,可以用框架图(图 1.1)的形式表示。

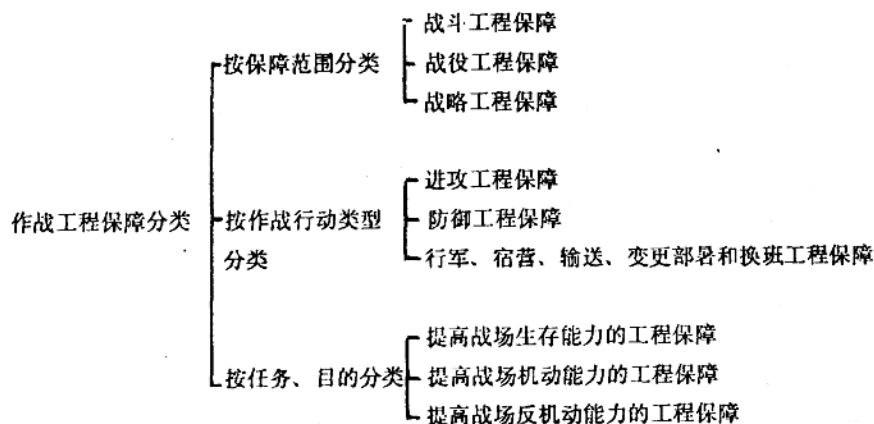


图 1.1 作战工程保障分类

1.1.3 作战工程保障的任务

作战工程保障任务,是指为保障合同作战胜利所要完成的工程任务。其基本任务主要有:

1、实施工程侦察。任务是获取有关工程保障的情报、资料,为合成军首长定下决心、组织实施工程保障和工程兵指挥员组织实施工程作业提供依据。主要侦察任务:查明敌方有关工程设施的分布等情况及其对己方作战行动的影响;敌方工程兵兵力、装备、作业能力及行动情况;作战行动地区内的地形、地质、水文等自然环境情况,通行程度与伪装条件,及其对实施工程保障的影响;原有工程设施及其可供利用的程度;当地可以支援部队实施工程作业的人力、技术条件和物资器材情况等。

2、构筑工事。任务是构筑工程建筑物,为提高武器装备的战斗效能,及人员装备,物资等对各种杀伤兵器的防护能力创造条件。工程建筑物主要有:射击工事、观察工事、指挥工事、掩蔽工事、交通工事和堑壕等。

3、构筑和设置障碍物,实施破坏作业。任务是运用障碍物与破坏手段,迟滞和限制敌人的机动并且能直接杀伤、破坏敌人有生力量和技术装备。主要内容有:设置地雷、水雷、空飘雷等爆炸性障碍物;构筑筑城障碍物,火障碍物,电障碍物;对各种建筑物实施破坏,使之形成障碍区等。

4、排除障碍物,或在障碍物中开辟通路。任务是运用工程手段排除或克服阻碍部队行动的人工障碍物或天然障碍,如对道路、居民地、田野、江河等处设置的地雷及其它遗留的爆炸物进行搜索与排除;在障碍物、破坏区或沾染区中开辟通路。

5、构筑和维护道路,架设和抢修桥梁,开设渡场。任务是保障部队沿道路和渡过江河、峡谷、沟渠等障碍物实施顺利的机动。主要任务有:构筑新的道路,对不能满足需要的原有道路进行改善,进行道路管理,抢修与养护;架设新的桥梁,对不能满足需要的原有桥梁进行加强;抢修遭到破坏的桥梁,进行桥梁维护;构筑和维护渡场。

6、实施工程伪装。任务是运用工程作业手段隐蔽己方的行动、配置、作战企图和各种目标的位置、状态等,降低敌人侦察的发现概率和射弹的命中概率,提高部队的生存能力和战斗力。主要工程伪装有:指挥所、通信枢纽、火炮和导弹阵地,坦克配置地域、机场、后方地域等集团目标,人员、武器车辆等单个目标,构筑假阵地、设置假目标等。

7、侦察水源,构筑给水站。任务是在作战地区内探寻水源,搜集与水源有关的资料,构筑供部队饮水、用水的工程设施。主要任务有:查明水源情况;搜集与水源有关的战术、工程、卫生资料;开辟水源(构筑拦贮、引水设施和构筑管井等);构筑给水站附属工程(掩蔽工事、进出路等)。

8、运用工程手段克服敌核武器、化学武器、生物武器和燃烧武器袭击造成的受染区、破坏区、泛滥区及火灾区等。

1.1.4 作战工程保障的作用

作战工程保障的作用,是随着军队编制装备和战术的不断发展,特别是机动能力和武器破坏杀伤力的不断提高而逐渐提高的。现代合同作战,合成军队的装备已发生了质的变化,部队的机动力、突击力和武器的杀伤力空前提高,作战行动对工程措施的依赖性也越

来越大。因而，作战工程保障成为现代作战保障的重要组成部分。

作战工程保障是构成现代战斗力的要素之一。作战工程保障是以工程为手段，以保障部队提高战场机动能力、反机动能力和生存能力，并使各种装备发挥最佳效能为目的，而成为战斗力的一个重要的因素。随着军队装备机械化程度与机动力的提高和合同战术的发展变化，机动成为战斗力的重要因素，机动与反机动在现代作战中的作用也越来越突出。工程保障在提高部队机动能力与反机动能力中的主要作用在于：构筑与维护道路、桥梁、渡场、港口、机场、排除障碍物或在障碍物中开辟通路等，保障部队适时地实施陆上、水上和空中机动；构筑与设置障碍物，实施破坏作业，阻滞敌人的机动。从而保障部队夺取作战的主动权。随着现代侦察技术的不断进步，各种大规模杀伤武器，精确制导武器，火控系统的出现与发展，使未来战场的透明度、杀伤破坏力空前增大，加上不良的战场环境条件，给部队的战场生存构成了严重威胁，使生存能力成为总体战斗力的一个至关重要因素。工程保障在提高部队战场生存能力中的重要作用在于：合理运用伪装、给水、筑城等工程措施，削弱敌人侦察和火力杀伤破坏的威胁以及不良条件的危害，保证有生力量，武器装备和各种设施的安全，从而提高部队隐蔽安全的可靠性和实施稳定指挥的能力。

作战工程保障是影响作战进程与结局的重要因素。现代作战的胜利，在很大程度上有赖于周全严密，并经过运筹分析优化的作战保障。我军在《合成军队战斗概则》中，将工程保障同侦察、警戒、电子对抗、伪装、气象、水文以及对核武器、化学武器、生物武器和燃烧武器的防护一样列为合成军队战斗保障的一个内容。工程保障成为影响整个作战进程与结局的例子：我军在抗美援朝战争中，曾将机动的道路保障比作战场上的“血管”那样重要，第二、三、五次战役，均因道路保障跟不上作战的需要而影响了弹药物资的补给进而影响作战胜利的发展；以坑道为骨干与地面野战工事相结合的坚固阵地的形成，则为我军的防御作战以劣势技术装备战胜优势技术装备的敌人创造了有利条件。

§ 1.2. 现代作战工程保障的特点

1.2.1 工程保障范围广，工程量大，质量高，时效性强。

在高技术条件下现代作战的空间明显扩大，从而保障对象也明显增多。从作战空间看，据 T·N 杜普伊在《武器和战争的演变》一书中对历次战争中军队部署空间的发展变化分析，一个 10 万人的集团军作战地幅由古代战争时期的 1.0km^2 ，发展为拿破仑战争时期的 20.12km^2 ，第一次世界大战时期的 248km^2 ，第二次世界大战时期的 2750km^2 ，到 1973 年中东战争时期达到了 4000km^2 。当前，美军 1 个师的防御地幅便可达 1000km^2 左右。以上所述是指平面空间，而现代作战的范围不仅表现在平面空间的扩大上，而且向立体空间扩展，具有空地一体的性质。从保障对象看，以往的作战工程保障，主要是保障炮兵和坦克部队的行动；现代作战，由于是多个兵种，多种现代化兵器紧密协同的作战，所有兵种均成为保障对象，要求工程保障必须以各种工程措施的整体效能保障军队协调一致的行动，以形成整体威力。作战空间和保障对象的扩大，加上现代作战的机动性增强等因素，必然使工程作业量大大增加。工程质量和时效性要求高，是由现代作战的合同性越来越高，作战的突然性、快速性、以及火力大为增强，作战时间增值等因素决定的。

1.2.2 工程保障任务的复杂性、突然性、连续性增强，组织指挥复杂

工程保障任务的复杂性，主要表现为现代作战所需工程措施的多样性，效能的整体性和战术技术要求的高标准。工程措施的战术技术标准高，除了前面述及的质量要求高以外，主要表现在：要求工程保障必须不断地采取改变措施，以适应现代作战发展的需要。现代作战，不论是进攻还是防御，为了提高战场的生存、机动和反机动能力和充分发挥装备的作战效能，均要采取能够相互协调，形成整体效能的多种工程措施。

工程保障任务的突然性和连续性主要表现在：工程任务的地点与时间的不确定性；工程作业行动的节奏快；任务多时间短。

工程保障组织指挥复杂，主要表现在：工程情报资料的收集、处理与传递，全面系统的筹划作战行动所需的工程措施，以及诸军兵种作业行动的指挥、协调与控制等几个方面。

1.2.3 保障我军的野战生存和机动并限制敌人机动的任务更加突出与艰巨

在高新技术条件下，现代侦察技术的迅速发展，新式武器系统的不断出现，使战场的“透明度”和杀伤力空前增大。在如此条件下，要保障我军野战生存的任务更加突出与艰巨。随着军队装备的机械化、装甲化、自动化程度迅速发展，现代作战的机动力、突击力越来越强，保障我军机动和限制敌人机动的任务更加突出与艰巨。

1.2.4 工程器材的需要量大，补给困难，工程装备技术保障任务繁重

现代作战工程保障的范围广、工程量大，工程装备的种类、数量增多，加上战场的杀伤破坏力增大等因素，决定了工程器材需要量和消耗量大幅度增加，装备保养维护以及损坏抢修等任务将是极为艰巨的。因而，也使补给和技术保障的任务更为繁重。

§ 1.3 战场环境对作战工程保障的影响

1.3.1 战场环境与作战工程保障

战场是敌我双方交战的场所。战场环境对组织实施作战工程保障具有直接的影响，其影响的程度并不亚于工程装备、器材等因素。从一定意义上讲，作战工程保障的任务就是利用与改造战场环境，创造有利于己不利于敌的战场条件。因此，研究战场环境对作战工程保障的影响，认识和掌握其发展变化规律，对于巧妙的利用战场客观条件，有效地进行作战工程保障的组织与实施，具有重要意义。

战场环境由多种因素构成，对作战工程保障起影响作用的有自然环境，人工环境和社会环境。自然环境主要包括地形、气象、水文和土质等；人工环境包括预定战场的国防工程和人防工程设施、居民地、农田和水利设施，以及在使用原子武器、化学武器和电子对抗条件下所造成的环境等；社会环境主要是指作战地区的经济结构与能力，民众条件，民族特点，风俗习惯，科学技术水平和民心向背等。

战场环境对作战双方的工程保障既有有利的因素，也有不利的因素，并且随作战样式的变化，其影响性质及其影响程度也随之变化。深入地全面地了解战场环境，是施实遂行

作战工程保障的关键一步。

1.3.2 战场地形对作战工程保障的影响

在战场环境各因素中对工程保障影响最大的就是地形。对于作战效能来说，重要的效能指标是部队的机动效能、反机动效能及生存效能的大小，而地形极大地影响着这三个指标。地面部队是在地面上作战的，因而地面的起伏程度（或坡度）会使部队的运动速度受到影响，特别是机械化部队。除了坡度外，地表植被和土质，水文也是影响部队通行的重要因素。地形地貌对部队的观察，射击及炮弹的杀伤效率来说都是紧密相关的。

工程保障所要采取的各种措施，诸如为保障部队机动时的构筑道路、架设桥梁、开设渡场、修建机场、疏通航道；为迟滞敌人行动时的构筑与设置障碍物，实施破坏作业；为保障部队提高战场生存能力时的构筑工事，实施伪装，构筑给水工程设施等等。这一切均是工程措施与战场地形的结合，无一不是通过利用或改造地形而实现的。

不同的地形，对工程保障产生不同的影响。只有熟悉各种不同地形对遂行工程保障可能产生的影响，才能根据既定的战场环境，合同作战的具体要求，结合地形特点，有针对性地采取工程保障措施。

1、平原地对工程保障的影响 所谓平原地，是指海拔 200m 以下，高差在 50m 以下的地面平坦宽广地区。在此种地区遂行作战工程保障有较有利的自然条件和社会条件，如，利于实施构筑道路，修建机场以及各种筑城工事等工程作业；利于现地采集所需的就便工程器材；利于动员当地人民群众支援军队实施工程保障。但也存在不利因素，如，部队行动容易暴露，工程伪装比较困难；因便于机械化部队行动，反机动的工程保障任务艰巨。不同地区的平原地，又有不同的特点。例如，我国的北方平原地便于实施各种工程作业，而南方平原地则不然，实施各种工程作业，特别是保障机械化部队机动，比北方平原地要困难得多。

2、丘陵地对工程保障的影响 丘陵地是介于平原地与山地之间的一种过渡地形，其分布不受海拔的限制。但军事上的丘陵地通常是指以地面起伏较缓，高差在 200m 以下，海拔在 500m 以下的地区。不同地区的丘陵地对工程保障有不同的影响。例如，我国北方的丘陵地，对部队行动的影响较小，便于构筑工事、修筑道路，实施伪装；便于设置与构筑障碍物。因此，从立足于以劣势技术装备对优势技术装备之敌作战的工程保障角度分析，丘陵地与平原地相比，总的讲是利多弊少。南方的丘陵地与北方丘陵地相比，实施工程作业，设置与构筑障碍物，给水工程保障，以及就地取材等自然条件更为有利；但机动的工程保障和构筑防护工程则要复杂和困难得多。

3、山地对工程保障的影响 山地是指地面起伏显著，群山连绵交错，高差在 200m 以上的地区。从遂行工程保障的利弊条件分析，与平原、丘陵地相比，利弊均有。从有利的方面来看，为实施反机动的工程保障提供了有利的条件，如在隘口，谷川地设置与构筑防坦克障碍物，制造崩塌，在敌直升机进入的通道上设置防直升机障碍物，能够取得较好的效果；由于山地得地形之利，便于构筑凭险据守、卡谷制口的阵地；由于山地，特别是山岳丛林地，林密草深，植被茂盛，加上起伏显著，高差大，死角隐蔽地多，便于实施工程伪装；等等。从不利的方便看，由于山地沟谷纵横，曲折交错，原有道路少，机械化部队通常只能沿谷川地机动，机动的工程保障十分艰巨，抢修或临时构筑迂回路非常困难，

构筑新修道路则工程浩大。由于受地形条件限制,大型工程机械不易展开作业,工程器材补给和工程技术保障困难较多,工程作业的效率将受很大影响。

4、海岸、岛屿对工程保障的影响 海岸一般分为泥岸、岩岸和沙岸。泥岸多与平原接壤,如我国的河北、江苏和杭州湾北侧的海岸,其岸滩多淤泥,岸直坡缓,涨落潮线相距很远。这种海岸既不利于防御时构筑阵地和设置防登陆障碍物,也不利于实施登陆作战的工程保障。岩岸,多为山地延伸入海,如我国的浙江、福建、广东等地的海岸,其岸多高耸陡峭,岸线曲折,近岸多岛礁,地形起伏大。这种海岸,便于构筑坚固的海岸防御阵地,但设置防登陆障碍物难度较大。沙岸,多由丘陵地延伸入海而成,如我国的辽东、山东等海岸,其岸线一般比较曲折,岸坡短平,地形隐蔽。这种海岸便于登陆的地段多,虽便于构筑海岸防御阵地和设置与构筑防登陆障碍物的工程作业,但工程量浩大。

岛屿,一般指地幅狭小,岸线弯曲,岸陡滩狭,地形起伏复杂,物产和淡水缺乏的海上地区。一般便于选择有利地形,构筑设防阵地和设置与构筑防登陆障碍物。但岩石岛屿不便构筑表面阵地工事;由于缺乏淡水,给水保障是个大问题;由于回旋余地小,又多四面环水,工程伪装比较困难。由于海浪及潮汐的变化,对工程作业的影响较大。

从上述四种地形特点及其对工程保障的影响作用,可得出影响工程保障的几个重要地形参数。

①标高:是描述地面起伏的参数。它影响部队的运动速度及观察者与目标间通视性。因此,地形的标高影响部队机动反机动的工程保障和工程伪装;

②植被高:是描述地面的植物、树木、建筑物的参数,它影响观察者同目标间的通视性。因此,地形的植被高影响工程伪装;

③通行性:是描述道路等级、长度、宽度、分布、土质水文特点和可影响运动的地貌类型和灌木丛、树木、建筑物的参数。它影响部队的运动速度,即影响部队的机动和反机动的工程保障。

④荫蔽性:是描述可用于荫蔽的地形地物(地面的微观起伏、沟渠、植物等),它影响目标的可见面积大小,从而影响工程伪装;

⑤掩蔽性:是描述地面用于掩蔽目标使其不受弹丸或弹片杀伤的地形地物(地面起伏、沟壕掩体等)的参数。它影响目标的被弹面积大小,从而影响部队生存的工程保障。

1.3.3 战场气象、水文和土质对作战工程保障的影响

1、气象对工程保障的影响 气象是作战地区的气候类型及作战的季节和天气状态,其主要体现在温度、湿度、雨量、冰雪复盖,能见度等参数上。气象条件对遂行作战工程保障有着很大的影响,它主要影响部队机动的工程保障、工程伪装及其工程时效率。有些时机和场合,气象甚至会成为影响工程保障行动或工程效能的决定性因素。如,从气温方面来看,严寒、酷暑会造成工程作业人员的非战斗减员,会直接影响工程装备的使用,大大降低工程作业的效率;但严寒冬季,河流、沼泽冰冻,有利于保障机动,从云雾方面看,虽不利于实施工程观察及工程作业行动的指挥与协调,但有利于隐蔽地实施工程作业。从降水方面看,洪水季节河水暴涨,将会给构筑渡场,架设桥梁等工程作业带来极大困难。

2、水文对工程保障的影响 水文分为陆地水文,海洋水文和地下水文。它对工程保

障也是一个具有重大影响的战场环境因素。这里仅对江河、湖泊、沼泽地和地下水对工程保障的影响作简要描述。

江河依其所在位置、河宽、水深、流速、河底性质、两岸地形、水利工程设施,以及原有桥梁、渡场等情况的不同,对工程保障有不同的影响。江河是防御的天然屏障,与江河天然障碍相结合,设置岸边和水中障碍物,可以大大增加迟滞,阻碍敌人机动的障碍效能;在能通航的江河上构筑必要的装载工程设施,可用于保障部队沿水上实施机动保障部队通过江河障碍,是工程保障的一项极为复杂而艰巨的任务。通常,河岸坚固坡缓,流速不大的江河,利于实施架桥,构筑渡场等工程作业,水浅而河底坚实的河川,可以构筑徒涉场和坦克潜渡场;冬季严寒时结冰厚的江河可以构筑冰上渡场。河宽水深的江河,特别象长江、黄河等特大大河,构筑渡场所需器材多,工程作业复杂;流速大的江河,特别是雨季时水位升高,流速增大,给工程作业增大困难;河岸高而陡的江河,尤其是山地两岸陡峻的江河,不仅难以实施登陆渡河,有些江河架设桥梁也很困难。

湖泊同江河一样,对进攻者是严重障碍,对防御者是天然屏障。在湖泊地域实施工程保障,利于运用水域有利条件保障部队水上机动,结合水障构筑与设置障碍物,以及实施给水工程保障;但湖泊地域一般地下水位高,构筑工事的防水问题比较突出,保障部队实施陆上机动的任务更加艰巨复杂。

沼泽是地面长年积水、潮湿、生长喜水喜湿植物,并有泥炭堆积的洼地。在沼泽地区遂行作战工程保障,由于地势低平,表面过度潮湿或有积水,软泥较厚,就便材料少,原有道路少等不利条件,机动和防护工程均是复杂困难的问题。

地下水是埋藏在地面以下,存于岩石或土层空隙中的重力水。按埋藏条件分为上层滞水,潜水和承压水。地下水对给水工程保障和构筑工事及道路等工程作业有重要影响。如,地下水源丰富的地区,利于构筑野战给水站,特别是在地面水源缺乏的地区,侦察查明地下水源的情况,构筑地下水源给水站,将是工程保障需要解决的重要问题;地下水对构筑工事,修筑道路有很大影响,特别是地下水位高的地区,工事及道路路基防(排)水是需要解决的重要问题。

3、土质对工程保障的影响 土质是陆地表面具有一定肥力和疏松的土层。不同地区由于自然条件不同,形成各种性质不同的土质,土质性质对工程作业有直接影响。如砂土,土质松软,虽利于实施工程作业,但构筑工事若不被复,容易坍塌;砂土地上的土路,通过载重大的车辆时容易下陷,但雨天不泥泞,干燥快。粘土,粘结力强,便于构筑工事,但雨天吸水快,干燥慢,构筑的土路因泥泞将严重影响车辆通行。壤土,兼有砂土和粘土的优点,便于实施各种工程作业。

1.3.4 战场社会环境对作战工程保障的影响

社会环境主要是指作战地区的民众条件(人口的数量、素质、民心向背分布、社会组织结构等)和经济条件、科学技术水平,以及可供实施工程保障利用的自然资源,技术力量、物资等。如作战地区的人口分布密度大,人们的政治觉悟和科技文化水平高,专业技术人员多,民兵组织严密,训练素质好,等等,便会给动员与组织人民群众支援军队工程保障提供有利条件;作战地区如有大量木材、水泥、钢材等各种建筑材料,便可为就地采集工程器材提供物质基础;作战地区的各种修理厂,则可为工程装备的技术保障提供支援。人民群众是支援军队实施工程保障的重要力量。现代条件下的作战工程保障不仅更为

艰巨,工程器材的需求量也更多,因而更需要得到作战地区人民群众在人力、物力、技术等方面的支援。

§ 1.4 作战工程保障运筹分析研究的内容与方法

1.4.1 作战工程保障运筹分析研究的内容

1、研究作战工程保障要素量化,例如研究战场环境、工程保障力度、工程保障效能以及工程兵战术等要素的量化;

2、研究作战工程保障效能及其效能评价,例如对各种可能作战工程保障方案如何给予科学评价,也就是研究如何应用运筹分析手段对各种可行的作战工程保障方案按其效能指标的优劣进行排序;

3、研究作战工程保障问题的决策优化,例如在一定约束条件(保证工事总容量大于某个值,按期或提前完成构筑任务,单个工事的施工工程量和在一定火力密度袭击下单个工事的生存概率等为已知)下,研究各种类型工事应构筑多少个,使其工事群的生存概率最大。

4、研究作战工程保障力量的合理应用;

5、研究作战工程装备维修管理;

6、研究作战工程保障组织指挥的时效性。

1.4.2 作战工程保障运筹分析定义及特性

作战工程保障运筹分析:研究作战工程保障问题的定量分析及决策优化的理论和方法。作战工程保障运筹分析是军事运筹学的一个重要分支。作战工程保障运筹分析,为作战工程保障问题优化决策提供数量依据的一种科学实践活动,具有以下基本特性:

全局观点。作战工程保障运筹分析把对象视为多种要素和子系统组成的一个复杂系统,首先对其功能关系进行全面分析,使所有相互影响的重要功能关系和它们相关要素得以定量描述,然后对全系统进行整体功能优化,而不是只从子系统或部分功能上进行优化。它体现了作战工程保障问题的全局与局部之间,系统的目标,评价准则与功能,效果之间的辩证统一关系。

边缘学科交叉。战争和军事运筹实践表明,作战工程保障与军事学、数学,系统科学,计算机技术,经济学,技术科学及社会学等学科结合解决军事决策问题,不仅可以彼此取长补短,而且由于应用多种知识从不同角度分析和综合问题,更能揭示问题的实质,更有把握获得问题求解的成功。随着科学技术的不断发展,大量高技术广泛应用于军事,使得作战工程保障这一领域运筹分析更需运用多学科知识。

揭示新问题和规律。作战工程保障运筹分析在应用其基本理论与方法求解问题和为作战工程保障决策科学化咨询服务过程中,不仅能提供定量依据,而且还能进一步揭露新的问题,引发新的思维,发现问题的内在规律,从而促进军事理论和作战工程保障理论的发展,并产生新的作战工程保障运筹分析理论。

1.4.3 作战工程保障运筹分析步骤

1、调查研究，掌握情况，深入了解合同作战中工程保障的任务，目的，及有关战场环境，敌我兵力，装备等情况，在调查研究的基础上去粗取精，去伪存真，抓住要解决问题的本质及有关的素材；

2、拟制工程想定方案。针对步骤1，拟制各种可行工程想定方案；

3、建立运筹分析模型。列出决策变量，变量的约束条件集合，目标函数（一般是多目标函数）然后建立能够揭示合同作战工程保障的内在规律性的量化模型（优化模型、评价模型等）；

4、准备基础数据。基础数据为量化模型的输入数据，在模型确定条件下，基础数据的可信度直接影响输出结果的精度；

5、求解。一般地说，使用计算机进行数值运算，输出运算结果。有时，也采用作战模拟方法求解；

6、分析输出的结果。①问题若是对工程想定方案的评价问题，则应按优劣顺序及其分析结果一起提供给军事首长决策参考；②问题若是非评价的优化问题，则输出的结果，也就是问题的最优解，分析此最优解（运筹分析工作者认为的）是否满意，也就是此最优解是否达到步骤1、2所提出要求。若没有完全达到，则修改模型或考虑基础数据的可信度，直至运筹分析工作者已认为满意，然后把分析结果提供给军事首长决策参考；③问题若是量化问题，例如战场环境量化问题，则输出的结果，是指标值，分析此指标值是否符合实际情况，用指标值的可信度来衡量其精度。

7、决策。这是指军事首长（决策者）是否采用运筹分析人员所做的分析结果。只要决策者提出异议，比如补充了新的重要情况，或对原来的目标函数，制约条件等情况变化而要求作出修改，这时运筹分析者就应重新考虑步骤1或2，重新作运筹分析，直至决策者满意而作出决策。

1.4.4 作战工程保障运筹分析的基础理论

1、概率论与数理统计 概率论与数理统计是研究随机现象的数量规律性的一门学科。运用它来对随机现象进行分析，可以阐明这种规律性。概率论与数理统计是工程保障运筹分析中最基本的量化工具，是工程保障运筹分析的基础理论之一。很多作战工程保障问题和基础数据均可运用上述理论进行描述或获取。

2、数学规划论 研究某些可控因素（变量）在给定的约束条件下应如何取值使选定的目标达到最优的理论。它包括线性规划、非线性规划、整数规划、动态规划、多目标规划、几何规划、参数规划、随机规划，等等。在工程保障运筹分析中有着广泛的应用。

3、决策分析 研究决策者作出决策的过程的一种系统的理论和方法。目的是使决策过程符合科学的原则，并使所作出的决策最大限度地满足决策者的需求。是决策科学的应用分支。它在军事领域的许多方面，如制定军事战略，确定作战方案，进行兵力部署，实施作战工程保障等运筹分析中有着广泛应用。

4、对策论 研究冲突现象的数量规律的理论，亦称博弈论。对策论的基本问题是把冲突现象抽象为对策模型，即用数学语言描述冲突各方所采取的策略以及各方的得失，并用适当算法找出各方的最优策略（解）及其对策值。适用于军事对抗和冲突条件下的军事

问题的运筹分析。

5、排队论 研究随机服务系统的规律性理论。它广泛应用于作战、指挥、保障等方面的运筹分析。

6、库存论 研究物资储备控制策略的理论，亦称存贮论。库存论在军事上主要用解决制定合理的控制策略，储备适量的军用物资和装备，以保证用最小的代价完成任务的问题。解决这类问题需要考虑所需军用物资和装备的生产（或购买）时间和数量、运输费用、需要量的概率分布、维修、变质（失效）等因素。

7、搜索论 在探测手段（资源）受到限制条件下研究发现或识别预定目标的概率最大，时间最短的理论。是军事运筹学的一个重要分支。搜索论在军队作战，伪装工程保障等领域有着广泛的应用。

8、武器射击运筹理论 对武器系统射击过程进行定量分析，评定其射击效力，研究其火力最佳应用的理论。它在武器装备的研制和作战使用、作战工程保障的运筹分析等方面具有重要作用。

9、兰彻斯特方程 以 F·W·兰彻斯特命名的描述交战过程中兵力变化关系的微分方程组。主要用于作战指挥、军事训练、武器装备论证、作战工程保障等方面的运筹分析。

10、军事模型与模拟 对军事问题的抽象描述与仿真。军事模型是现实军事系统或现象的一种抽象与简化。它是对现实军事系统作了一些基本假设之后进行构造的，由于作了某些简化，不能与实际系统或现象完全吻合。为了能反映现实军事系统或现象的基本特征，要求所建模型必须基本符合客观实际，所揭示的基本规律能指导军事活动。模拟是指运用模型进行实验的过程。作战模拟就是作战对抗过程的仿真实验。在各类军事问题的运筹分析中有重要广泛的应用。

参考文献

- [1]钱七虎: 运筹学在防护工程中的应用,工程兵工程学院,《教学与科研》,1980年
- [2]蔡敬元、季广智主编:《合同战斗工程保障》,海潮出版社,北京,1992年
- [3]军事科学院军事运筹分析研究所:《作战系统工程导论》,军事科学出版社,北京,1987年
- [4]王常杰等编著:《现代作战运筹概论》,解放军国防大学出版社,北京,1986年
- [5]P·M·莫尔斯, G·E·金博尔著,吴沧浦译:《运筹学方法》,科学出版社,北京,1988年
- [6]J·J·摩特, S·E·爱尔玛拉巴主编:《运筹学手册(基础和基本原理)》,上海科学技术出版社,上海,1987年
- [7]钱敏迪主编:《运筹学》(修订版),清华大学出版社,北京,1990年
- [8]A.Ravindran,D.T.Phillips,J.Solberg,《Operations Research—Principles and Practice》(Second Edition),1987
- [9]B·B·德鲁日宁等著,军事科学院作战运筹分析研究室译:《军事系统工程问题》,(内部),1984年
- [10]李成祥等:《战术学基础》,国防大学出版社,北京,1985年
- [11]黄劳生等:《简明运筹学》,东南大学出版社,南京,1991年
- [12]E·C·科利别尔诺夫等著,金名字等译:《苏军战斗工程保障》,解放军出版社,北京,1986年