

作战模拟基础

内容简介

《作战模拟基础》是一本系统详细描述陆地战斗中作战模拟基本概念、基本方法、基本技能的专著,属于学术性较强的军事技术理论著作。全书以机动、发现和兵力损耗等基本内容为核心,较全面地给出了陆战行动中环境条件(地形、气象)和机动、发现、射击、保障、指挥等各种战术动作的数学处理方法和实用建模技术。

《作战模拟基础》是由教育部研究生工作办公室推荐的研究生教学用书。本书可作为全军高、中、初等各级院校作战模拟、军事运筹、系统工程等专业研究生、本科生相关课程的教科书或教学参考书,也可作为各类科研部门建立作战模拟模型的基本工具书。

图书在版编目(CIP)数据

作战模拟基础 / 张野鹏编著. —北京:高等教育出版社, 2004.9
ISBN 7 - 04 - 015857 - 4

作... 张... 作战模拟 - 高等学校 - 教材 .E83

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 091611 号

策划编辑 林琳 责任编辑 鲁婧
封面设计 李卫青 责任绘图 宗小梅 版式设计 史新薇
责任校对 胡晓琪 责任印制

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010 - 64054588
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	800 - 810 - 0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010 - 58581000		http://www.hep.com.cn
经 销	新华书店北京发行所		
印 刷			
开 本	787 × 960 1/16	版 次	年 月第 1 版
印 张	31.25	印 次	年 月第 次印刷
字 数	580 000	定 价	48.60 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号:15857 - 00

前 言

随着科学技术日新月异地发展,在军事研究领域中也伴生了许多用以分析军事活动规律的新学科和新分支,如军事运筹学、军事系统工程、指挥自动化、作战模拟、军事决策论、军事专家系统、军队管理学等,它们与传统的军事定性研究方法相结合,使得军事活动与军事问题的研究如虎添翼,大大提高了军事科学研究的深度、广度和层次,这些学科都已成为军队优秀指挥员和军事工作者知识结构中不可缺少的重要组成部分。

作战模拟是所有这些学科中,与作战活动关系最密切、能直接应用于作战指挥的学科之一。现代作战模拟技术,是军事活动中作战、训练、科研、教学的一种重要手段,是军事科学的一个“作战实验室”,是人们学习战争的新途径。

《作战模拟基础》是一本系统详细描述陆地战斗中作战模拟基本概念、基本方法、基本技能的专著,属于学术性较强的军事技术理论著作,也是一本作战模拟课程的专用教科书及实用建模参考书。

全书以机动、发现和兵力损耗等基本内容为核心,较全面地给出了陆战行动中环境条件(地形、气象)和机动、发现、射击、保障、指挥等各种战术动作的数学处理方法和实用建模技术。内容丰富,材料翔实,覆盖面广,实用性强,具有良好的可操作性。

《作战模拟基础》一书,以对作战指挥过程的正确认识为基础,以模拟作战过程所需要的知识、手段和方法为基本出发点,按照作战模拟的基本规律进行叙述。

作战行动最基本的战术动作是机动、发现和射击。这些最基本战术动作的描述和模拟方法是本书结构设计的核心,并以较大的篇幅进行了系统、详细地描述。其中:第四章描述机动,第五章描述发现,射击造成的毁伤及兵力损耗的描述是第六、七、八、九章。

在现代高技术条件下,任何脱离了必要的作战保障的作战行动是不可能取得胜利的,作战行动保障的描述为第十章。

作战行动的实施都要以一定的环境条件为基础,环境条件的描述是第三章。

所有战术动作的实施,都是在指挥命令控制下进行的,指挥控制命令的描述是第十一章。

为了军事人员随时了解模拟进程,为了符合军事指挥的习惯,作战模拟离不开图形,这就是第十二章。

所有这些战术动作被量化表示的结果——形成数据,数据是信息的载体,是模拟运算的基础,数据的描述是第十三章。

从第三章到第十三章是本书内容的主体,是《作战模拟基础》一书的精华,是主要的关注点,其余各章则是辅助部分,如第一章概述全貌;第二章介绍作战模拟的基本概念;第十四章介绍作战模拟模型建模的大致过程;第十五章介绍作战模拟的前沿技术。这几章的作用则是为虎添翼,犹如画龙点睛。

《作战模拟基础》一书的架构如下图所示。

全书内容的展开是一个从宏观到微观,又从微观到宏观的过程,是一个从看林到看树,又从看树到看林的过程。

在本书的编写中,注意突出军事与技术相结合,定性分析与定量分析相结合,理论方法与实际应用相结合,适用范围较广,对军事和技术两方面人员皆有参考价值。

《作战模拟基础》初稿完成于1989年,油印一百套,用于教学。1995年3月由解放军出版社出版,1998年第二次印刷。

选用《作战模拟基础》为研究生教科书、教学参考书和建模工具书的院校和科研单位已有几十个,这些单位遍及国防大学、军事科学院、总参、总后、海军、空军、国防科工委、二炮、大军区及地方军工系统。

《作战模拟基础》一书在全军军事运筹、军事系统工程和作战模拟领域产生了较大影响,许多著名军事专家对此书予以肯定。在各种刊物上发表的本领域各类论文中,《作战模拟基础》一书被引用的次数在逐渐增多。《作战模拟基础》一书是近几年来在军事系统工程和军事运筹领域中影响较大的书籍之一。

本书曾获军队科技进步三等奖等多项奖项。

2003年,本书由教育部研究生工作办公室推荐作为研究生教学用书后,作者又对部分内容作了较大修改,并改由高等教育出版社出版。

《作战模拟基础》一书可作为全军高、中、初等各级院校作战模拟、军事运筹、系统工程等专业研究生、本科生相关课程的教科书或教学参考书,也可作为各类科研部门建立作战模拟模型的基本工具书。本书对质量建军有积极作用,对广大从事军事科学研究、教学和作战指挥的人员有参考价值,对各类军队院校中作战模拟学科和课程的建设具有引导和示范作用,在作战模拟领域及相关专业中有推广价值。

作战模拟的技术在发展,作战模拟的水平在提高,作战模拟的方法层出不穷,作战模拟的应用更广泛。作战模拟必将在我军的质量建军中发挥积极的作用,使我军在高技术进程中迈上一个新的台阶。

感谢在本书编写过程中给予积极支持和帮助的众多领导和同志们,特别感谢教育部研究生工作办公室、全国学位与研究生教育与发展中心和参与遴选“研究生教学用书”评审的各位专家,感谢高等教育出版社各位同志的辛勤劳动。

由于水平有限,疏漏之处在所难免,敬请批评指正。

作 者

2004年3月31日

目 录

第一章 作战模拟概述	(1)
第一节 现代作战模拟	(2)
第二节 现代作战模拟的应用	(11)
第三节 作战模拟技术的发展	(19)
第二章 作战模拟的基本概念	(36)
第一节 模型和模拟	(36)
第二节 作战模型和作战模拟	(38)
第三节 作战过程的描述	(54)
第四节 军事想定	(59)
第五节 军事概念模型	(62)
第三章 作战环境的定量描述	(67)
第一节 战场气象条件的描述	(67)
第二节 地形状态的描述	(70)
第三节 地形量化的方法	(73)
第四节 地形数据的采集	(88)
第五节 地形数据库的拼接	(92)
第六节 数字地图及其使用	(96)
第四章 作战单位的机动计算	(101)
第一节 机动模型的建模和假设	(101)
第二节 作战单位的机动类型和速度	(102)
第三节 给定节点坐标和到达节点时间时的机动计算	(108)
第四节 给定节点坐标和机动速度时的机动计算	(110)
第五节 给定特征线时的机动计算	(115)
第五章 目标的发现	(119)
第一节 通视性与通视率	(119)
第二节 搜索与侦察	(138)
第六章 兵力损耗的解析计算法	(154)
第一节 射击与毁伤	(154)
第二节 地面炮兵的杀伤计算	(162)
第三节 航空兵的杀伤计算	(182)
第四节 陆军航空兵的杀伤计算	(187)
第五节 防空兵作战效率的简易计算	(194)

第六节	核武器的杀伤计算	(198)
第七节	化学武器的杀伤计算	(207)
第八节	基本陆战单位的杀伤计算	(216)
第七章	兵力损耗的兰切斯特方程计算法	(250)
第一节	兰切斯特方程	(250)
第二节	兰切斯特方程的损耗系数	(274)
第三节	状态概率和取胜概率	(278)
第四节	兰切斯特方程的综合分析	(282)
第八章	兵力损耗的蒙特卡罗计算法	(284)
第一节	蒙特卡罗法与随机数	(284)
第二节	随机事件和随机变量的模拟	(291)
第三节	效率指标和模拟精度	(309)
第四节	蒙特卡罗法模拟举例	(315)
第九章	判定战斗效能的指数法	(324)
第一节	战斗效能指数	(324)
第二节	指数的产生	(333)
第三节	战斗效能的定量判定	(339)
第十章	作战行动保障的描述	(354)
第一节	工程兵作业效率的简易计算	(354)
第二节	电子战对作战效能的影响	(378)
第十一章	指挥命令的描述	(384)
第一节	计划命令	(385)
第二节	条件决策命令	(387)
第三节	干预命令	(389)
第十二章	作战模拟中的图形显示	(391)
第一节	计算机图形学的基本概念	(391)
第二节	军事图形应用系统	(397)
第十三章	作战模拟中的数据	(403)
第一节	数据	(403)
第二节	基础数据	(405)
第三节	作战方案数据	(407)
第四节	建模参考数据	(415)
第五节	输出数据	(417)
第六节	数据的获取	(423)
第十四章	作战模型的建模和设计	(433)
第一节	作战模型的建模	(433)
第二节	作战模型的设计	(439)
第十五章	作战模拟的前沿技术	(450)

目 录

第一节 人工智能技术	(450)
第二节 虚拟现实技术	(455)
后记	(470)
附录	(473)
一、拉普拉斯函数	(473)
二、标准正态分布表	(477)
三、正态分布密度表	(479)
四、简化拉普拉斯函数表	(481)
五、[0 ~ 99999]区间内均匀分布的随机数列表	(483)
六、正态分布的随机偏差值	(484)
参考文献	(486)

第十章 作战行动保障的描述

作战行动的现代化程度越高,对作战行动保障的要求也就越高。在现代高技术战争条件下,任何脱离了必要的作战保障的作战行动是不可能取得胜利的。因此,作战行动中的技术保障、工程保障、电子保障、后勤保障、地形和气象保障、情报保障等问题,已越来越受到各个方面特别是军事指挥家们的高度重视。

由于作战行动保障问题的广泛性和复杂性,以及某些技术领域中的保障问题研究还刚刚起步,因此,对作战行动保障问题还难以作出深入、系统、全面的介绍。在本章中除前面已介绍过的地形保障、气象保障等外,仅对工程保障和电子保障中的一些问题作简要地探讨。

第一节 工程兵作业效率的简易计算

工程兵在作战行动中,主要担负战役或战斗的工程保障任务。军队的现代化程度愈高,其作战行动对工程保障的依赖性就愈大,不论是军队的战场生存、机动,还是技术兵器性能的发挥,都离不开有效的工程保障。

在各种工程保障中所涉及的专业门类繁多、情况复杂,下面仅对工程兵基本作战单位在几个方面作业效率的计算方法作简要介绍。

一、道路分队作业效率的简易计算

道路分队的主要任务是急造军路的构筑,其次还可完成各种简易路面的铺设。

1. 基本假设

- (1) 作业条件。中等起伏地,二级土壤;
- (2) 作业单位。道路连(道桥连);
- (3) 度量单位。长度为千米(米),时间为日(时);
- (4) 作业效率表。设 L_1 为一个基本作业单位的作业效率(千米或米/连日)则 L_1 的取值大致如表 10 - 1 所示。

表 10 - 1 道路(桥)分队作业能力

作业项目	作业条件	作业效率	作业兵力
构筑急造军路	中等起伏地	15 ~ 20 km/连日	道桥连
构筑急造军路	中等起伏地	20 ~ 25 km/连日	道路连
设置束柴路面	节长 4 m, 宽 3.5 m	250 纵长米/连时	连
铺设圆木路面	路面宽 4 m	250 纵长米/连时	连
石料铺设水下便道	人工铺设, 铺厚 0.3 m, 运距 5 km	200 纵长米/连时	连
预制楼板铺设水下便道	水深 1 m 以下, 铺厚 0.5 m	150 纵长米/连时	连
制式路面材料克服岸滩	吊车装卸与人工结合	105 纵长米/连时	连
钢轨枕木克服岸滩	人工铺设车辙道	120 纵长米/连时	连

2. 作业效率的简易计算

(1) 作业量的计算。设作业兵力有 M 个(连), 在规定的时限 T (日、时)内, 对作业项目的构筑长度用 L 表示, 则

$$L = L_1 \cdot M \cdot T \cdot W \cdot U_1 \cdot U_2 \cdot D \cdot A \quad (\text{km 或 m})$$

式中: W 为火力干扰系数, 其分级和取值情况可参考表 10 - 2。

表 10 - 2 火力干扰系数

火力等级	无火力	零星火力	一般火力	较强火力	激烈火力
系数 W 值	1	0.85	0.70	0.55	0.4

U_1 为气象干扰修正系数, 其分级和取值情况可参考表 10 - 3。

表 10 - 3 气象干扰修正系数

气象条件	良好	一般	较差	恶劣
系数 U_1 值	1.1	1	0.9	0.7

U_2 为昼夜作业修正系数, 其取值情况如表 10 - 4 所示。

表 10-4 昼夜作业修正系数

情况划分	白天作业	夜间作业
U_2 取值	1	0.5 ~ 0.7

D 为地形条件修正系数 其分级和取值情况见表 10-5。

表 10-5 地形条件修正系数

地形分类	平坦地	丘陵地	低山地	中山地
系数 D 值	1.2	1	0.9	0.7

A 为装备完好率修正系数,机械装备的完好率,按条令要求为 80% ~ 85%,因而装备完好率修正系数值可取 0.8 ~ 0.85。

上述各参数的使用场合及具体数值的确定,要根据工程兵各专业的作业特点、战术使用原则、作业条件和敌方火力计划等选用部分或全部。其中,敌方火力干扰对各专业作业效率的影响,一方面体现在人员伤亡和作业器材的破坏上,另一方面体现在对作业过程的干扰上,因而要仔细区分火力干扰修正系数 W 的作用。

为了方便,引入综合修正系数,即 $= W \cdot U_1 \cdot U_2 \cdot D \cdot A$, 的取值依赖于各个分量在各种不同情况的取值。

(2) 作业时间的计算。若一个标准建制的道路连作业,完成长度为 L 的作业任务所需要的时间为

$$T = \frac{L}{L_1 \times x} \quad (\text{日或时})$$

若有 Z 个道路连作业,完成任务需要的作业时间为

$$T = \frac{L}{L_1 \times Z \times x} \quad (\text{日或时})$$

(3) 作业力的计算。若某种作业项目需要构筑或设置的长度为 L ,则在限定的作业时间 T 内,完成任务所需要的作业单位(连)数为

$$Z = \frac{L}{L_1 \times T \times x} \quad (\text{连})$$

利用上面公式,也可计算完成多类铺设项目对作业力和作业时间的需要。

二、舟桥分队作业效率的简易计算

1. 浮桥架设

(1) 基本假设。浮桥架设作业一般以舟桥分队(1个营或1/2个营)为单位实施,使用1/4套、1/2套或1套器材作业,长度以米为单位,时间以分钟为单位,在水流速度不大于2.5 m/s的条件下实施。舟桥分队通常装备的制式舟桥有GZQ220重型(74式)和GZQ230重型(79式)舟桥2种。浮桥架设作业的浮桥类型和作业效率如表10-6所示。

表10-6 浮桥架设作业效率

舟桥名称	器材数量	浮桥吨位/t	作业长度 L_0 /m	作业时间 T_0 /min
GZQ220 重型舟桥 (74式)	1/4套	25	156	40
	1/4套	50	91	30
	1/2套	25	286	54
	1/2套	50	156	40
GZQ230 重型舟桥 (79式)	1/2套	20	264	50
	1/2套	50	163	30
	1套	20	527	70
	1套	50	312	45

下面以79式舟桥为例讨论舟桥作业中各有关的效率指标,对74式舟桥类同。

(2) 作业效率的简易计算

作业量的计算。设 L_0 为舟桥分队用 i 套器材 ($i = \frac{1}{2}$ 或 1), 架设 j 吨位浮桥 ($j = 20$ 或 50), 在标准作业时间 T_0 内的作业长度, 河幅宽为 H_0 , 若 $L_0 \cdot W \cdot A > H_0$ 则可实施作业。在限定时间 T 内, 能够完成浮桥架设的长度为

$$L = \begin{cases} L_0 \frac{T}{T_0} & \text{当 } L_0 \frac{T}{T_0} < H_0 \\ H_0 & \text{当 } L_0 \frac{T}{T_0} \geq H_0 \end{cases}$$

其中: $A = W \cdot U_1 \cdot U_2 \cdot D \cdot A$ 为综合修正系数, 分量 W 既影响架桥长度又影响架桥速度, A 仅影响架桥长度, 不影响架桥速度, 其余分量仅影响架桥速度, 不影响架桥长度。因而在上述公式中的分量 A 应取为 1。

作业时间的计算。若使用 i 套器材架设长度为 L (m) 的 j 吨位浮桥, 则完成任务所需要的时间为

$$T = \frac{L \cdot T_0}{L_0 \cdot W \cdot U_1 \cdot U_2 \cdot D}$$

器材数量的计算。设 L_0 为使用 1 套舟桥器材架设 j 吨位浮桥的标准长度,若需要在宽度为 H_0 的河流上架设 j 吨位的浮桥 N 座,则所需舟桥器材的套数为

$$M = N \cdot C$$

$$C = \begin{cases} \frac{1}{2} & \text{当 } \frac{1}{2} L_0 \cdot W \cdot A \geq H_0 \\ 1 & \text{当 } \frac{1}{2} L_0 \cdot W \cdot A < H_0 \end{cases} \quad L_0 \cdot W \cdot A$$

C 的量纲为(套/座),而舟桥器材的套数就是舟桥营的数量。

2. 门桥渡场设置

(1) 基本假设。开辟门桥渡场作业一般仍以舟桥分队为单位展开,以作业班为单位实施,作业班中作业手的数量从 6 名到 19 名不等。作业数量为结构门桥个数,作业时间以分钟为单位,门桥吨位有 40/t、60/t、110/t 等。

门桥结构作业的效率计算仍以 GZQ230 重型(79 式)舟桥为准,对 GZQ220 重型(74 式)舟桥类同。

设 1 个 j 吨位门桥由 i 个舟和 1 个汽艇结构而成,结构时间为 T_0 (min),则

$$T_0 = \begin{cases} 8 & j = 40 \text{ t (一艇推)} \\ 10 & j = 60 \text{ t (二艇推)} \\ 18 & j = 110 \text{ t (二艇推)} \end{cases}$$

1 个舟桥营器材所能结构的门桥数量主要由汽艇数量和河中舟数量共同决定,设舟桥营(分队)中的汽艇数量为 M_T ,河中舟数量为 M_Z ,其具体数值如表 10 - 7 所示。

表 10 - 7 舟桥营装备器材

名称	河中舟	岸边舟	汽艇
数量	44	4	16
注:其中岸边舟可作为河中舟使用			

(2) 作业效率的简易计算

结构门桥数量计算。引入因子 K ,其取值为

$$K = \begin{cases} 1 & j = 40 \\ 2 & j > 40 \end{cases}$$

$$\text{令 } N = \text{Min } \frac{M_T \cdot W \cdot A}{K} \cdot \frac{M_2 \cdot W \cdot A}{i}$$

而

$$\begin{array}{l} 2 \quad j = 40 \text{ t} \\ i = 3 \quad j = 60 \text{ t} \\ 6 \quad j = 110 \text{ t} \end{array}$$

则 N 即为结构门桥的最大数量。

作业时间计算

$$T = \frac{T_0}{W \cdot U_1 \cdot U_2 \cdot D}$$

渡口数量计算。在宽度为 H_0 的河幅上,能开辟的门桥渡口数量为:

$$M = \frac{N}{C}$$

其中: $[]$ 为取整运算,

C 为在宽度为 H_0 的河幅上 1 个渡口所能容纳的门桥数量,其取值为:

$$C = \begin{array}{l} 2 \quad H_0 < 100 \text{ m} \\ 3 \quad 100 \text{ m} < H_0 < 300 \text{ m} \\ 4 \quad 300 \text{ m} < H_0 < 500 \text{ m} \end{array}$$

作业器材的计算。设在宽度为 H_0 的河流上,需要开辟的渡口数量为 M 则所需门桥的数量为

$$N = M \cdot C$$

C 的意义同前。所需汽艇数量为

$$M_T = M \cdot C \cdot K$$

所需河中舟数量为

$$M_2 = N \cdot i = M \cdot C \cdot i$$

其中 i 的取值如前。

3. 外军使用的舟桥器材

(1) MAB 自行舟桥。该自行舟桥由美军陆军工程兵发展研究所研制,有河中桥节和岸边桥节 2 种结构,河中桥节展开后的长度为 7.924 m,宽度为 3.657 m(可加宽到 4.224 m),岸边桥节的长度为 10.972 m(跳板长为 7.135 m),宽与河中桥节相同,一套器材有河中桥车 19 辆,岸边桥车 8 辆,可架设 60 吨级浮桥 144 m 或结构 60 吨级门桥 4 只。

(2) 带式舟桥。该舟桥为美军研制,铝材制作,由河中桥节舟、岸边桥

节舟、架桥汽艇、运输车辆和附属工具组成。一套器材由 16 个河中舟、2 个岸边舟、6~7 艘架桥汽艇等组成。一次作业能架桥 60 吨级浮桥 122 m, 车行部分宽度为 4.1 m, 作业人数为 71~74 名, 作业时间 20 min。带式舟桥也可结构 3 舟、4 舟、5 舟等 12 种门桥, 其中 5 舟门桥的载重量为 70 t。

三、桥梁分队作业效率的简易计算

1. 军用低水桥和水面下桥

(1) 基本假设。军用低水桥和水面下桥由桥梁连中的架桥排为单位组织实施, 长度单位为米, 时间单位为小时, 水流速度要求不大于 2.5 m/s。

设 L_0 为 1 个架桥排在低水桥或水面下桥架设中的作业效率, 一般可取 $L_0 = 10 \sim 15$ m/h。

(2) 作业效率的计算

作业量的计算。一个架桥排在规定时间 T 内能完成的作业量为

$$L = L_0 \cdot T.$$

其中 α 为综合修正系数。

作业时间的计算。1 个架桥排完成长度为 L 的架桥作业任务所需要的时间为

$$T = \frac{L}{L_0 \cdot \alpha}.$$

完成任务概率的计算。若在规定时间 T 内, 必须架设的低水桥或水面下桥的长度为 L (m), 则需架桥排的数量为

$$N = \frac{L}{L_0 \cdot T \cdot \alpha}.$$

根据架桥排的作业特点, 可以采取 1 排 1 岸作业或 2 个排双岸作业。1 排 1 岸作业完成任务的概率为

$$P = \min \frac{1}{N}, 1$$

2 个排双岸作业方式完成任务的概率为

$$P = \min \frac{2}{N}, 1$$

2. 重型机械化桥

(1) 基本假设。重型机械化桥由桥梁连中的 GQL110 重型机械化桥排为单位组织实施, 长度单位为米, 时间单位为小时, 水流速度要求不大于 2.5 m/s。

设 L_0 为 1 个重型机械化桥排在标准时间 T_0 (4 h) 内, 所能架设桥梁的最大长度 (50 m), 河幅宽为 H_0 , 若 $L_0 \cdot W \cdot A > H_0$, 则可实施架桥作业。

(2) 作业效率的计算

作业量的计算

$$\text{令 } L_0 \cdot \frac{T}{T_0} \cdot W \cdot U_1 \cdot U_2 \cdot D = H$$

其中 T 为完成作业任务的规定时间, 则在 T 时间内所能完成的作业量为

$$L = \begin{cases} L_0 \cdot \frac{T}{T_0} \cdot W \cdot U_1 \cdot U_2 \cdot D & \text{当 } H \leq H_0 \\ H_0 & \text{当 } H > H_0 \end{cases}$$

作业时间的计算。架设长度为 L 的重型机械化桥所需要的作业时间为

$$T = \frac{L \cdot T_0}{L_0 \cdot W \cdot U_1 \cdot U_2 \cdot D}$$

3. 桁架桥

计算方法与重型机械化桥相同。

4. 外军使用的几种桥梁器材

(1) MAB 重型冲击桥。该桥由桥车和桥节 2 部分组成, 其中桥节长为 32 m、宽 4 m、重 55 929 kg 载重 70 t, 架设的时间小于 5 min, 撤收时间小于 10 min, 乘员 2 人, 自动放收。该桥的运输长为 13.665 m, 高 3.96 m, 美军研制。

(2) “海狸”冲击桥。海狸冲击桥由底盘车和桥节 2 部分组成。其中桥节长 22 m, 架设时间 2~3 min, 最大载重量为 60 t。

四、筑城分队作业效率的简易计算

1. 土方工程作业

(1) 基本假设。土方工程作业可由筑城连中的作业手或其他工兵 (步兵) 分队的战士实施, 基本作业单位是单个作业手, 使用工具为大圆锹和大十字镐, 时间单位为小时, 作业效果为出土量的立方米数。

设 L_0 为单位立方米的出土量所需要的作业力 (人时), 则 L_0 在各种情况下的取值如表 10-8 所示。

表 10 - 8 挖土作业效率表(人时/m³)

作业项目			每立方米所需 作业力(人时)	
人工 开挖	未冻土	2.5 m 深以内	松软土	1.11
			中等土	1.66
			硬土	3.33
			夹石土	6.66
		3.5 m 深以内	中等土	2.22
		5 m 深以内	中等土	3.33
	冻土	冻土层厚 在 1 m 之内	松软土	5.0
			中等土	6.25
			硬土和夹石土	10.0
爆破	冻土	松软土	0.25	
		中等土	0.42	
		夹石土	0.7	
	普通岩石		0.56	
	坚硬岩石		8.48	

(2) 作业效率的计算

作业量的计算。若参加出土工程作业的作业手数为 M (人), 作业限定时间为 T (小时) 则能完成的总作业量为

$$Z = L_0 \cdot M \cdot T \cdot W \cdot A \text{ (人时)}$$

其中 A 可理解为非战斗减员修正系数。

在规定的时间内所能完成的土方作业量为：

$$L = \frac{Z \cdot U_1 \cdot U_2 \cdot D}{L_0} = \frac{M \cdot T \cdot W \cdot A}{L_0} \text{ (m}^3\text{)}$$

作业力的计算。假定土方工程总的出土量为 L 则完成作业任务所需要的作业力为

$$Z = L \cdot L_0 \text{ (人时)}$$

若要求在 T 时内完成作业任务, 则所需要的作业手数为

$$M = \frac{Z}{T \cdot W \cdot A} = \frac{L \cdot L_0}{T \cdot W \cdot A} \text{ (人)}$$