

doi: 10.7690/bgzdh.2015.06.014

基于 SD 方法的陆军主战装备战场抢修能力评估模型

张辽宁¹, 张政¹, 赵师¹, 刘洪坤²

(1. 装甲兵学院参谋系, 安徽 蚌埠 233050; 2. 装甲兵学院科研部, 安徽 蚌埠 233050)

摘要: 针对装备战场抢修系统对作战的影响, 建立了一种基于系统动力学(system dynamic, SD)方法的战场抢修能力评估模型。利用系统动力学方法, 以坦克为例, 通过分析战场抢修系统内部机理, 建立了战场抢修能力评估模型, 并采用 Vensim 软件进行仿真。仿真实验结果得出了修理方式和修理信息化程度 2 种因素对战场抢修能力的影响, 并给出了战场抢修决策和部队战场抢修能力建设的建议。

关键词: SD; 战场抢修; 能力评估

中图分类号: TJ05 **文献标志码:** A

Evaluation Model of Battlefield Rush Repair Ability of Army Main Battle Equipment Based on SD

Zhang Liaoning¹, Zhang Zheng¹, Zhao Shi¹, Liu Hongkun²

(1. Staff Department, Armored Forced Institute of PLA, Bengbu 233050, China;

2. Research & Development Department, Armored Forced Institute of PLA, Bengbu 233050, China)

Abstract: Aiming at the battlefield rush repair system's impact on battle operations, a battlefield rush repair ability evaluation model was established. Using system dynamic (SD) method, by analyzing inter mechanism of battlefield rush repair system, this article established an evaluation model of battlefield rush repair ability taking tank as an example, and completed the simulation by Vensim platform. By simulation, the impact on battlefield rush repair ability from mode of maintenance and informationization of repair was educed, and advices to decision-making of battlefield rush repair and construction of battlefield rush repair ability was given.

Keywords: SD; battlefield rush repair; ability evaluation

0 引言

战场抢修是在合理战术时间内使战损武器系统恢复战斗能力所进行的修理。战场抢修能力评估是进行战场抢修决策和资源优化配置的基础。传统的战场抢修能力评估主要方法有灰色关联法^[1]、模糊综合评判法^[2]、Petri 网法^[3]、马尔可夫链法^[4]、排队论法^[5]等, 而对战场抢修系统内部要素的相互关系、战场抢修能力对作战影响等问题的研究还很少见。基于此, 笔者以坦克为例, 通过分析战场抢修系统内部结构和反馈机制, 建立相关的定性、定量分析模型并进行仿真实验, 探索陆军主战装备战场抢修系统运行规律以及对作战的影响, 指导陆军主战装备战场抢修能力建设。

1 模型建立

1.1 系统分析

战场抢修系统的运行过程如图 1^[6]所示。其中, 自我修理是指作战部(分)队的修理机构在坦克战损

现场对轻度损伤的坦克进行的修理; 支援修理是指由专门的抢修机构对中度损伤的坦克进行的支援性抢修, 这些机构往往配置在作战部(分)队附近, 需赶赴现场进行抢修; 后送修理是指将重度损伤的坦克送到后方维修基地进行维修。

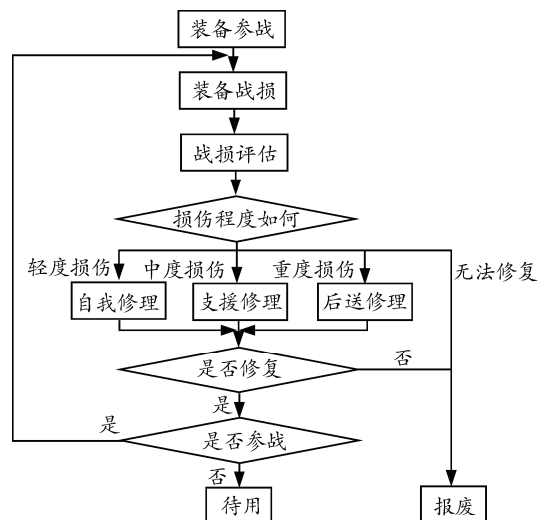


图 1 战场抢修系统运行过程

收稿日期: 2015-02-11; 修回日期: 2015-03-20

基金项目: 装甲兵学院 2014 年军事理论立项课题 (ZYLL2014-44)

作者简介: 张辽宁(1976—), 男, 安徽人, 硕士, 讲师, 从事装甲兵作战指挥决策理论与方法、装甲兵作战效能评估研究。

1.2 系统假设

为方便研究和突出重点，设定红方为进攻方，蓝方为防御方。对问题的部分因素与研究边界作如下合理假设：1) 红蓝双方坦克的自然损伤率相同；2) 作战双方坦克均不进行抢修之外的补充；3) 弹药供给充足；4) 作战双方的反坦克武器的类型不做区分；5) 战场抢修评估所用时间对抢修效率的影响

忽略不计；6) 不考虑攻击对战场抢修效率的影响；7) 红蓝双方持续对抗，一直到作战结束。

1.3 系统因果关系图

通过分析坦克战场抢修系统内部各要素之间的关系，可以得到如图 2 所示的坦克战场抢修的因果关系图^[7-9]。

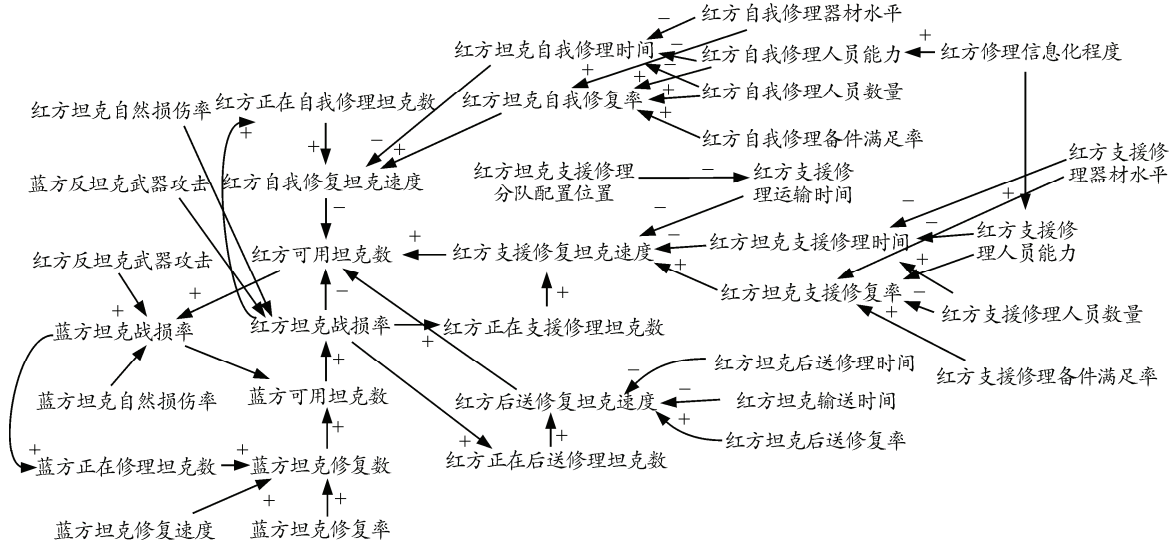


图 2 坦克战场抢修因果关系

1.4 系统流图

坦克战场抢修系统流图如图 3 所示，图中共有

55 个系统变量，其中，6 个流位变量，12 个流率变量，25 个常量，12 个辅助变量。

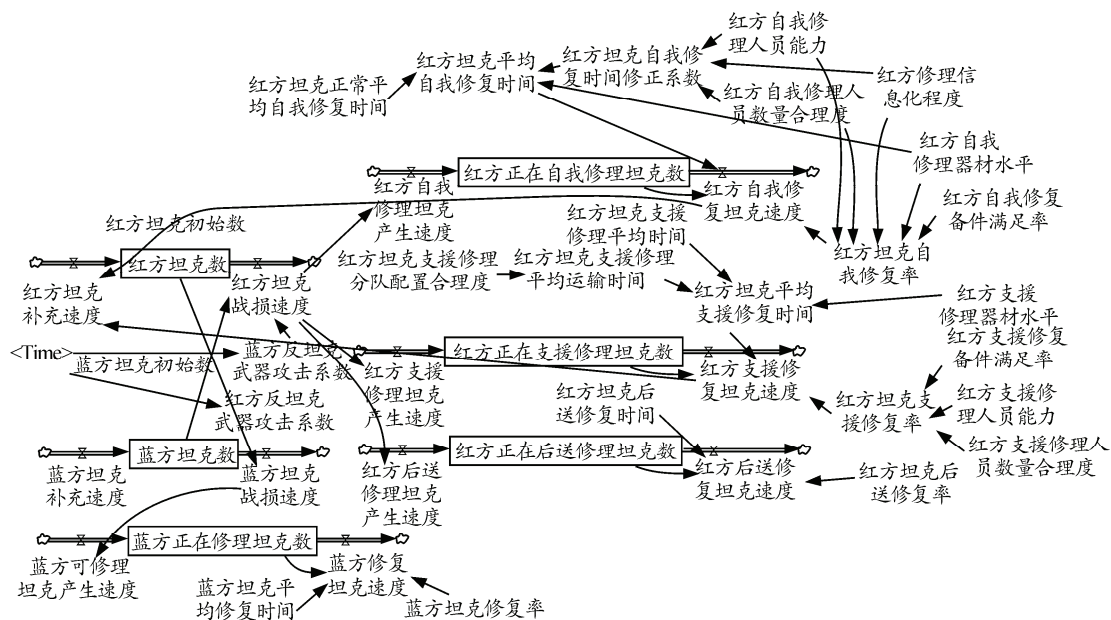


图 3 坦克战场抢修系统流

2 仿真实验与建议

2.1 基本设置

仿真采用 Vensim 软件^[8]，设置仿真开始时间

为 0 h，结束时间为 150 h，仿真步长为 0.5 h，红方初始坦克为 300 辆，红方坦克自然损伤系数为 0.05 辆/h；蓝方初始坦克为 150 辆，蓝方坦克自然

损伤系数为 0.05 辆/h，蓝方坦克送修率为 0.7，蓝方坦克平均修复时间为 20 h，蓝方坦克修复率为 0.85，这些常量的值在仿真试验中不变。

2.2 仿真实验

限于篇幅，文中只设计 2 个仿真实验。

实验 1：研究抢修方式对红蓝对抗的影响。仿真“自我修理”，“自我修理+支援修理”和“自我修理+支援修理+后送修理”3 种情况下红蓝双方坦

克数随时间的变化情况。关键参数设置如表 1 所示。

表 1 实验 1 关键参数设置

常量名称	常量值		
	情况 1	情况 2	情况 3
红方坦克自我修理率	0.4	0.4	0.4
红方坦克支援修理率	0	0.2	0.2
红方坦克后送修理率	0	0	0.1

在实验 1 的不同情况下的红蓝对抗结果分别如图 4~图 6 所示。

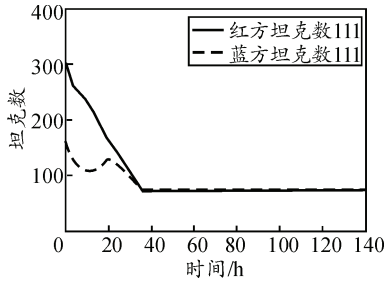


图 4 情况 1 红蓝对抗结果

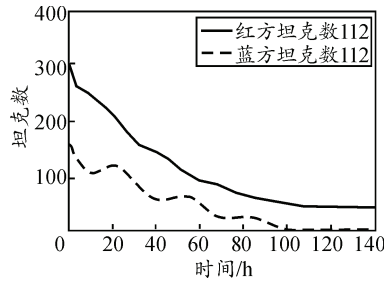


图 5 情况 2 红蓝对抗结果

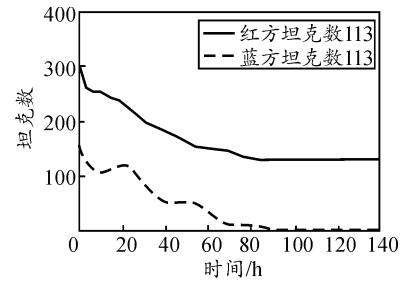


图 6 情况 3 红蓝对抗结果

由图 4 可知：红方“自我修理”时，红蓝对抗结果为红败蓝胜，红方修理不能满足作战需要。出现这种情况的原因是，虽然蓝方初始坦克数少于红方，但是由于其处于防御，对红方的毁伤率相对要高，加上其战损坦克送修率高于红方，从而使蓝方坦克数量相对由少变多。由图 5 可知：红方“自我修理+支援修理”时，作战进行到约 116 h 时结束，红方取得胜利，红方修理能满足作战需要，支援修理对作战胜负影响较大。由图 6 可知：红方“自我修理+支援修理+后送修理”时，作战进行到大约 87 h 时结束，红方取得胜利，红方修理能满足作战需要，增加后送修理对作战胜负影响不明显。

实验 2：研究修理信息化程度对红蓝对抗的影响。仿真实验中，假设红方采取了“自我修理+支援修理”的方式，研究红方自我修理人员能力和支援修理人员能力处于不同水平情况下，修理信息化程度对作战结果的影响，关键常量值设置如表 2 所示，各种情况下红蓝对抗的结果分别如图 7~图 10。

表 2 实验 2 关键参数设置

常量名称	常量值			
	情况 1	情况 2	情况 3	情况 4
红方自我修理人员平均能力	0.5	0.5	0.9	0.9
红方修理信息化程度	0.5	0.9	0.5	0.9
红方支援修理人员平均能力	0.5	0.5	0.9	0.9

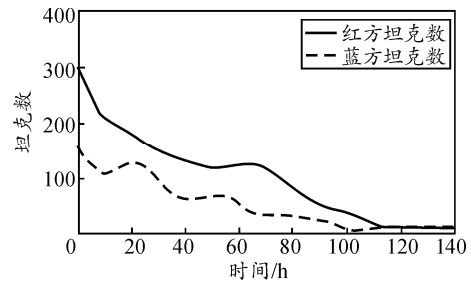


图 7 情况 1 红蓝对抗结果

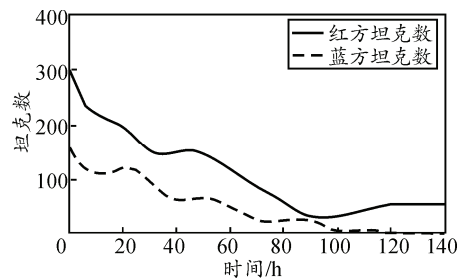


图 8 情况 2 红蓝对抗结果

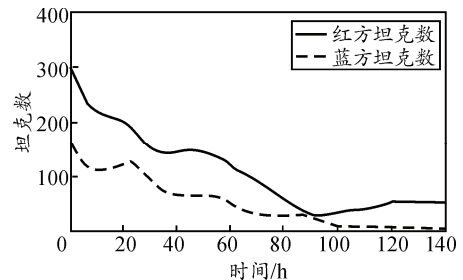


图 9 情况 3 红蓝对抗结果

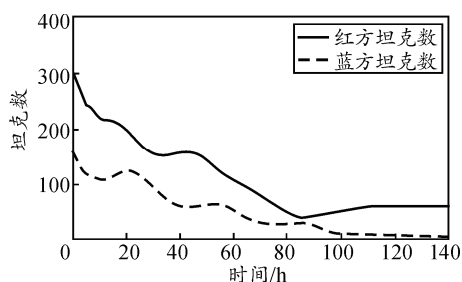


图10 情况4红蓝对抗结果

由图7可知：当红方修理人员能力较低时，如果红方修理信息化程度低，那么红方的战场抢修将不能满足其作战需要，作战进行到约117h时，红蓝双方坦克数相等，由于红方是进攻方，所以可以认为红败蓝胜。由图8可知：当红方修理人员能力较低时，如果红方修理信息化程度较高，那么红方的战场抢修能够满足其作战需要，但是作战比较艰难，在89h时，红蓝坦克数一度比较接近，但由于红方战场抢修能力较强，作战进行到约119h时，红方仍然取胜。由图9可知：当红方修理人员能力较高时，如果红方修理信息化程度较低，此时作战结束时间与取胜方均与情况2接近。由图10可知：当红方修理人员能力较高时，如果红方修理信息化程度较高，此时作战结局是红胜蓝负，相对于情况2和情况3来说，作战时间稍有提前。

3 几点建议

根据上述战场抢修能力仿真实验与分析，可为战场抢修决策和战场抢修能力建设提供以下建议：

修理方式的选择与战斗持续时间密切相关，现代战争对抗一般较为激烈，节奏较快，在这种情况下，武器装备的快速“再生”要求战场抢修时间越短越好，因此要灵活采用修理方式。

修理信息化水平不仅影响着战场抢修的修复率，还影响着战场抢修的时间，而修复率和修复时间是战场抢修效率的直接影响因素。特别是修理人员能力较低且短期内无法快速训练提高时，提高修

理信息化水平将对提高战场抢修效率起到“立竿见影”的效果。

现代战争从根本上来说是人与人之间的对抗，对于战场抢修来说也是如此，抢修人员平时如果训练有素，他们的能力在战时将直接转化为装备的“再生力”，乃至部队的战斗力。因此，要在平时谋战时，加大抢修人员培训力度。

4 结论

笔者以坦克为例，运用SD方法建立了陆军主战装备战场抢修能力评估模型，克服了其他方法研究战场抢修能力评估问题动态性差、考虑因素之间的影响关系简单的缺点，通过仿真实验，研究了战场抢修系统内部要素对战场抢修效率乃至作战结果的影响，得出了战场抢修决策的参考建议。

参考文献：

- [1] 刘洪, 黄振和, 洪金珠, 等. 装备保障分队战场抢修能力评价方法研究[J]. 电子工程学院学报, 2010, 29(4): 58-60.
- [2] 舒华, 程旭东, 赵劲松, 等. 模糊综合评价模型在装备战场抢修能力评价中的运用研究[J]. 硅谷, 2011(19): 98-99.
- [3] 董成喜, 武昌, 郑志海. 基于有色Petri网的通信装备战场抢修效能评估[J]. 装备指挥技术学院学报, 2006, 17(3): 112-115.
- [4] 舒华, 程旭东, 赵劲松, 等. 装备战场抢修能力动态评价研究[J]. 军事交通学院学报, 2011, 13(11): 24-27.
- [5] 张忠斌, 王精业. 基于排队论的装甲装备修理力量预测建模研究[J]. 系统仿真学报, 2006(z2): 1017-1019.
- [6] 李建平, 石全, 甘茂治. 装备战场抢修理论与应用[M]. 北京: 兵器工业出版社, 2000: 68-85.
- [7] 王其藩. 系统动力学(修订版)[M]. 北京: 清华大学出版社, 2000: 31-46.
- [8] 贾仁安, 丁荣华. 系统动力学: 反馈动态性复杂分析[M]. 北京: 高等教育出版社, 2002: 42-53.
- [9] 黄小军, 王宣刚. 基于系统动力学的通信装备战时保障系统建模初探[J]. 电光与控制, 2006, 13(5): 42-44.